corso di RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale - 4 - 11 marzo 1961 un fascicolo lire 150 23° numer

corso di
RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478
MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E. = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano.
In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit. 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno.
Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese . Via Soperga, 57 - Milano.

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz. N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare **sempre** il **francobollo per la risposta.**

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept. of the Army and the Air Force - U.S.A.

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile, della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica, che nel modo più evidente consente sviluppi impensati, progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica, tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica, le macchine relative, il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e, quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, nè mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale, settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile, o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico, con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori, amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà il massimo tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

OSCILLATORI

PRINCIPI di FUNZIONAMENTO degli OSCILLATORI ad ALTA FREQUENZA

Uno dei requisiti essenziali per un assieme atto alle radiocomunicazioni è la produzione delle oscillazioni a radiofrequenza. In un primo tempo si usarono a tale scopo degli alternatori rotanti — simili in sostanza a quelli usati tuttora per la produzione della tensione alternata di rete, a 50 Hertz — e si riuscì a produrre, con tale sistema, frequenze fino a 50 kHz. E' ovvio, tuttavia, che tali sistemi meccanici non potevano prestarsi per la generazione delle frequenze assai più alte necessarie nelle apparecchiature elettroniche.

Sfruttando la particolare facoltà della valvola elettronica di amplificare, si passò ben presto ad un suo impiego quale generatrice di oscillazioni, vale a dire di corrente alternata.

Per fare in modo che uno stadio di amplificazione oscilli, il circuito d'uscita (placca) deve essere accoppiato al circuito di entrata (griglia) in modo tale che una parte della tensione d'uscita venga riportata allo ingresso ed applicata in fase adatta a rinforzare il segnale di griglia. La parte di segnale riportata all'ingresso, detta di « reazione », viene amplificata e, allorchè la sua entità supera un determinato valore « critico », si producono delle oscillazioni.

Il lettore ricorderà che, or non è molto, si è discusso di una disposizione circuitale del genere allorchè si è parlato della rivelazione detta appunto a reazione. In quel caso — tuttavia — il citato punto critico non deve essere superato perchè lo scopo non è quello di provocare l'oscillazione.

La maggior parte degli oscillatori sono progettati in modo che la tensione d'uscita prodotta presenti la forma sinusoidale. Un circuito *LC* sintonizzato costituisce il dispositivo effettivamente oscillante: gli altri componenti hanno il compito di riportare alla griglia una parte del segnale di placca.

Prima di analizzare i vari circuiti degli oscillatori, consideriamo un principio di grande importanza che è alla base del funzionamento di molti tipi di amplificatori. Se una parte dell'energia presente nel circuito di placca viene riportata al circuito di griglia, come si è accennato sopra, si dice che l'amplificatore è provvisto di reazione. L'energia riportata in griglia può essere sia in fase, che in opposizione di fase rispetto al segnale della griglia stessa.

Come abbiamo visto alla lezione 65ª, la reazione in fase aumenta l'intensità del segnale, e si chiama « rigenerativa », o reazione « positiva », quella in opposizione di fase ne diminuisce l'intensità, e diventa « negativa » o « degenerativa » o ancora « controreazione ».

I circuiti rigenerativi possono essere impiegati per aumentare il guadagno di un amplificatore; quelli degenerativi possono invece migliorare la stabilità e la qualità del segnale d'uscita.

Il principio delle « oscillazioni » nei circuiti oscillanti è già stato considerato alla lezione 35ª; riprendiamo qui l'argomento con un'analisi dettagliata dei vari circuiti.

Osserviamo il circuito illustrato alla **figura 1**, che consiste in un circuito risonante in parallelo collegato ad una batteria mediante un interruttore. Se quest'ultimo viene chiuso per un breve tempo, il condensatore assume un potenziale positivo sull'elettrodo *A* e negativo sull'elettrodo *B*. Allorchè l'interruttore viene riaperto, la capacità si scarica attraverso la bobina in un tempo determinato dal valore dell'induttanza e da quello della capacità stessa: la corrente di scarica crea un campo magnetico attorno alla bobina di induttanza. Non appena il condensatore è completamente scarico, il campo magnetico della bobina cessa. Questo fenomeno però, come sappiamo, provoca nella bobina, per la sua natura induttiva, una nuova tensione che tende a mantenere la corrente nella direzione originale.

A causa di ciò, il condensatore si carica con polarità inversa, per cui gli elettrodi *A* e *B* assumono potenziali rispettivamente negativo e positivo. Non appena il campo di cui sopra è nuovamente cessato, il condensatore si scarica di nuovo attraverso la bobina con una corrente che scorre in direzione opposta rispetto a quella originale, creando un nuovo campo magnetico — a sua volta di polarità opposta — intorno alla bobina. Il ciclo si ripete, e si continuerebbe ad avere oscillazione se nel circuito non si verificassero inevitabili perdite. La resistenza della bobina e la dispersione del condensatore diminuiscono progressivamente, ogni ciclo, l'intensità della corrente oscillatoria, finchè la stessa viene ridotta a zero. La forma dell'oscillazione in un caso del genere è quella di un'« onda smorzata », ed il motivo di tale definizione è evidente, in quanto le oscillazioni iniziano con un'ampiezza massima che diminuisce progressivamente.

Le oscillazioni presenti nel circuito possono essere rese continue o « persistenti » mediante un'azione meccanica sull'interruttore, che determini la ricarica nel

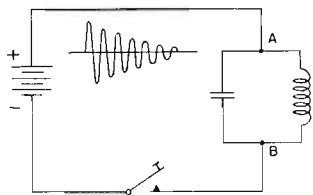



Fig. 1 - Circuito elementare per la produzione di oscillazioni smorzate. La chiusura e l'apertura dell'interruttore determinano una serie di oscillazioni.

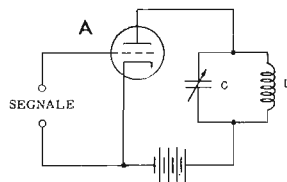



Fig. 2 - Principio dell'oscillatore a valvola. In A, le oscillazioni sono innescate da un segnale esterno: in B, sono pròvocate dalla tensione indotta da L in L1.

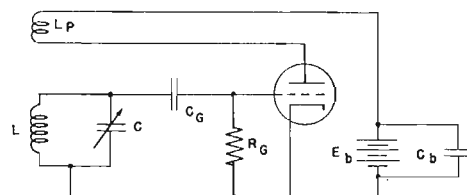



Fig. 3 - Circuito di un oscillatore con bobina eccitatrice. Il circuito di griglia è in tutto analogo a quello di uno stadio amplificatore con polarizzazione a falla di griglia. La bobina di placca, L_p, induce in L una tensione determinata dal medesimo segnale di griglia, amplificato. Se la polarità è corretta, i due segnali sono in fase, e la valvola oscilla senza eccitazione esterna.

condensatore in corrispondenza del picco di ogni ciclo. Tale metodo è, ovviamente, inadatto ad una produzione di oscillazioni a frequenza elevata, perchè l'azione sull'interruttore dovrebbe essere troppo rapida e frequente.

L'energia necessaria per mantenere le oscillazioni può invece essere fornita al circuito in maniera molto più conveniente, sostituendo l'interruttore con una valvola termoionica, come illustrato alla **figura 2-A**. La valvola funziona essenzialmente come un interruttore elettronico. E' necessario applicare alla griglia un segnale al momento opportuno, avente una frequenza pari a quella di risonanza del circuito oscillante *LC*, affinchè la batteria possa, tramite la valvola, fornire l'energia nel giusto momento in cui è necessaria.

Il circuito di figura 2-A funziona come un amplificatore; vale a dire che il segnale presente in uscita (placca), è maggiore di quello presente in entrata. Se inseriamo nel circuito una seconda bobina (L_1) accoppiata alla prima nel modo illustrato in **B** della medesima figura, grazie al principio del trasformatore, viene indotta in essa dalla bobina *L* una tensione. Questa tensione può essere applicata alla griglia, e ciò evita così la necessità di un segnale esterno. Se i terminali di L_1 vengono invertiti, si inverte la polarità del segnale riportato in griglia; se la polarità è corretta, l'oscillatore risulta *autoeccitato*, per cui continua ad oscillare finchè è presente la tensione di alimentazione.

Se il circuito venisse aperto in un punto qualsiasi, in modo da troncare le oscillazioni, e venisse poi chiuso nuovamente, ricomincerebbe ad oscillare immediatamente da solo, poichè la prima, sia pur minima perturbazione, verrebbe immediatamente amplificata, al punto da dare inizio alle oscillazioni nel modo già esaminato.

SISTEMI di POLARIZZAZIONE di un OSCILLATORE

Abbiamo visto che è possibile fare oscillare una valvola grazie alla sua attitudine ad amplificare. E' logico supporre che la sua amplificazione possa essere tanto in classe *A*, che in classe *B* o *C*. Tale supposizione è avvallata dal fatto che possiamo riscontrare, a volte, nei comuni radioricevitori, oscillazioni su tutta la gamma delle frequenze usate per le radiotrasmissioni. Sappiamo inoltre che le valvole amplificatrici di tali apparecchi funzionano in classe *A*.

L'effetto « volano » del circuito oscillante *LC* mantiene le oscillazioni se una certa energia — anche in minima quantità — viene applicata durante il picco di ogni ciclo, onde assicurare la completa ricarica della capacità compensando così le perdite dovute alla resistenza delle bobine ed al dielettrico delle capacità presenti nel circuito.

E' necessario che la corrente di placca scorra durante una brevissima parte del ciclo, fornendo quindi solo brevi impulsi di energia al circuito oscillante. In tali condizioni si ottiene l'alta efficienza di un circuito funzionante in classe *C*. Occorre notare che la potenza di uscita di un amplificatore in classe *C*, se questo è usato come oscillatore, viene ridotta dell'ammontare di potenza necessario per pilotare la griglia.

La polarizzazione di quest'ultima, viene generalmente ottenuta col metodo della autopolarizzazione (falla di griglia), senza cioè l'aggiunta di una polarizzazione fissa. Questa soluzione permette l'*autoinnesco* del circuito: non appena è presente la tensione anodica, scorre la corrente di placca e l'oscillatore si porta automaticamente nelle condizioni necessarie ad un funzionamento soddisfacente.

FREQUENZA di OSCILLAZIONE

La frequenza per la quale si verificano le oscillazioni in un circuito oscillatore a valvola, è determinata dalla frequenza di risonanza del circuito oscillante. Questa — come è noto — può essere calcolata dalla equazione:

$$F = \frac{1}{2 \pi \sqrt{LC}}$$

nella quale *F* è la frequenza approssimata, in Hz, *L* l'induttanza in Henry, e *C* la capacità in Farad.

In base ad una semplice analisi matematica, possiamo osservare che, diminuendo uno qualsiasi dei fattori del denominatore, restando costanti gli altri, si aumenta il valore dell'intera frazione, il che equivale ad una frequenza di oscillazione più alta, e viceversa.

Fig. 5 - Circuito di principio di un oscillatore « Hartley » con alimentazione in parallelo. C_1 blocca la corrente di placca, ma permette il passaggio del segnale di placca, consentendo così l'accoppiamento reattivo.

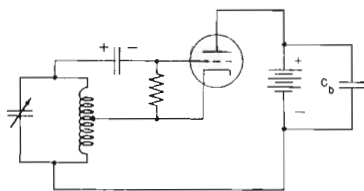



Fig. 4 - Circuito di principio di un oscillatore «Hartley» con alimentazione in serie. Differisce da quello illustrato in Fig. 3 per il fatto che si ha una sola bobina in comune tra placca e griglia.

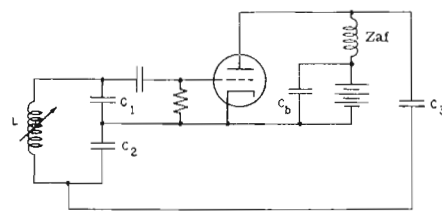
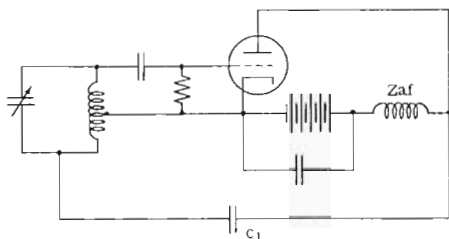



Fig. 6 - Circuito fondamentale dell'oscillatore « Colpitts ». In parallelo alla bobina si trovano due condensatori C_1 e C_2, che formano un partitore di tensione. La sintonia può essere variata variando l'induttanza.

CLASSIFICAZIONE degli OSCILLATORI

Gli oscillatori a valvola possono essere suddivisi in due categorie principali: oscillatori **autocontrollati**, detti anche **autoeccitati,** ed oscillatori **a cristallo** di quarzo.

Una ulteriore classificazione si riferisce al metodo con il quale è realizzato l'accoppiamento reattivo, ossia mediante **accoppiamento induttivo, capacitivo esterno** o capacitivo **interno** (sfruttando la capacità interelettrodica).

Molti oscillatori vengono anche individuati in base al nome della persona che, per prima, dimostrò l'utilità e il funzionamento del tipo particolare di reazione impiegato.

Oscillatori autocontrollati

Oscillatori con bobina eccitatrice. Si tratta del tipo più comune; lo schema relativo è illustrato alla **figura 3.** Il circuito oscillante, costituito da L e da C, si trova nel circuito di griglia. La reazione è ottenuta sfruttando il principio del trasformatore (ossia con accoppiamento induttivo tra placca e griglia), mediante la bobina di reazione L_p e quella di griglia L.

Dal momento che la valvola determina automaticamente uno sfasamento di 180°, è necessario che il dispositivo di reazione provveda ad un ulteriore sfasamento (sempre di 180°) affinchè la tensione di reazione sia in fase rispetto alla tensione del segnale di griglia. La resistenza R_g e la capacità C_g hanno il compito di polarizzare la valvola, mentre la capacità C_b ha il compito di filtrare la tensione di alimentazione.

Nell'istante in cui l'oscillatore viene messo in funzione, la tensione di polarizzazione è zero, e l'amplificazione è massima. La corrente anodica aumenta rapidamente fino a raggiungere un valore alto, limitato però dal fatto che essa causa una caduta della tensione di placca dovuta alla reattanza di L_p. Inoltre, detta corrente anodica (in aumento) determina la produzione di un campo magnetico da parte di L_p stessa, il quale induce una tensione nell'induttanza L.

Se le due bobine sono collegate in modo tale che la polarità della tensione indotta renda la griglia positiva, l'aumento della corrente anodica viene ulteriormente incrementato. Durante questo breve intervallo di tempo, il condensatore C si carica a causa della tensione indotta in L, e C_g si carica a sua volta a causa della corrente di griglia, dovuta al fatto che detta griglia ha un potenziale positivo rispetto al catodo.

La conseguenza della caduta della tensione di placca, cui abbiamo accennato precedentemente, è che la corrente anodica viene limitata ad un valore ben determinato. Mano a mano che essa si avvicina al valore limite, il suo aumento è meno rapido, e la tensione indotta in L diminuisce. Ne consegue che C comincia a scaricarsi attraverso L, e che la tensione presente ai capi del circuito oscillante comincia a sua volta a diminuire. La griglia tende ad assumere un potenziale negativo, riducendo perciò la corrente anodica. Tale sequenza determina l'inizio della fase decrescente del campo magnetico, e l'induzione in L di una tensione di polarità inversa. Questa tensione — a sua volta — accelera la variazione della tensione presente ai capi del circuito oscillante. La corrente anodica si riduce allora a zero, e la completa cessazione del campo magnetico fa in modo che C si carichi in senso opposto.

Non appena il campo magnetico è cessato completamente, C si carica di nuovo, ma il senso della corrente si inverte: la griglia tende ad assumere nuovamente un potenziale positivo, per cui la corrente anodica torna a manifestarsi, ed il ciclo si ripete.

Il condensatore C_g si carica quando la griglia è positiva, e si scarica attraverso R_g quando è negativa. Se i rispettivi valori sono scelti in modo che la costante di tempo RC sia relativamente lunga rispetto alla durata del ciclo, ai capi di C_g si stabilisce una tensione costante. Essa costituisce la tensione di polarizzazione che determina il punto di funzionamento della valvola.

L'ampiezza delle oscillazioni diventa costante quando l'energia a c. a. prodotta equivale alle perdite nel carico e nel circuito oscillante. La corrente di placca scorre soltanto durante una piccola parte di ogni periodo, ma l'effetto « volano » del circuito LC fa in modo che ognuno di essi venga completato.

Quando uno stadio oscillatore è in funzione, la corrente di griglia che scorre durante una parte del ciclo determina dunque una tensione ai capi di R_g. Allo scopo di constatarne il funzionamento, è quindi sufficiente misurare l'intensità di detta corrente, ovvero misurare la tensione presente ai capi di R_g.

Oscillatore Hartley. La **figura 4** ne illustra il circuito di principio. Esso assomiglia notevolmente a quello or

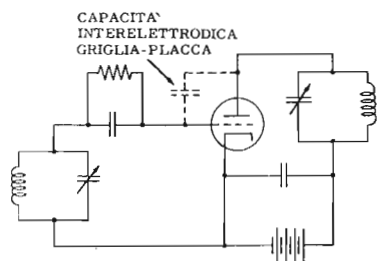



Fig. 7 - Circuito di principio di un oscillatore a sintonia di placca e di griglia. In questo caso, non essendovi induzione tra le due bobine, l'accoppiamento reattivo avviene internamente alla valvola.

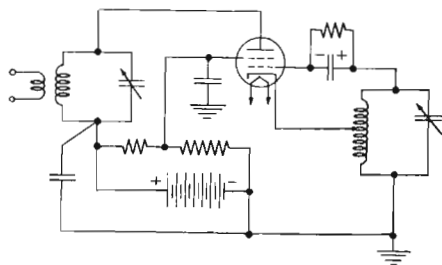



Fig. 8 - Oscillatore ad accoppiamento elettronico. Il catodo, la griglia pilota, e la griglia schermo, costituiscono un triodo. Le oscillazioni prodotte si trasferiscono alla placca con una certa amplificazione. Il carico non influisce sulla frequenza delle oscillazioni.

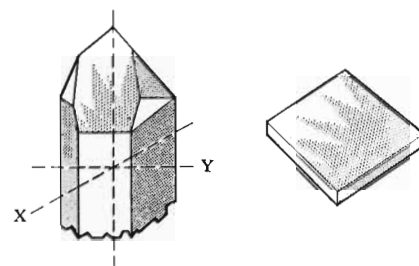



Fig. 9 - Dalla massa originale di un cristallo di quarzo, vengono ricavati, mediante tagli secondo determinati assi, i veri e propri cristalli adatti al controllo della frequenza di un oscillatore a quarzo.

ora descritto. La differenza è che, al posto di un trasformatore di accoppiamento tra i circuiti di placca e di griglia, si usa un solo avvolgimento. Questo fa parte di un circuito risonante, ed ha una presa in prossimità del centro, in modo che — rispetto a questo punto — una sezione si trovi nel circuito di griglia, e l'altra nel circuito di placca. Le due sezioni sono naturalmente accoppiate. La tensione indotta nella sezione del circuito di griglia da parte di quella collegata nel circuito di placca non è altro che la tensione di reazione applicata alla griglia allo scopo di sostenere le oscillazioni prodotte. L'ampiezza di detta tensione può essere variata spostando la presa intermedia. La polarizzazione si sviluppa nel medesimo modo descritto per il circuito della figura 3.

Il circuito della figura 4 viene denominato « oscillatore Hartley », in serie in quanto l'alimentazione anodica è in serie alla placca ed alla sezione della bobina appartenente al circuito di placca. Se invece i collegamenti vengono effettuati come in **figura 5**, si ha il circuito « Hartley in parallelo ». In questo caso, il condensatore C_1 permette agli impulsi della corrente anodica di attraversare il circuito sintonizzato, bloccando contemporaneamente la corrente continua onde evitare che la bobina costituisca un corto-circuito nei confronti della sorgente di alimentazione anodica. L'impedenza ad Alta Frequenza (Z_{af}) oppone una resistenza notevole alla componente alternata, e minima alla c.c.

Oscillatore « Colpitts ». L'oscillatore « Colpitts » differisce dal tipo Hartley in quanto il circuito risonante consiste in una bobina collegata in parallelo ai due condensatori, i quali sono in serie tra loro. La reazione viene definita « capacitiva », in quanto è ottenuta dalla caduta di tensione presente ai capi di una capacità posta nel circuito di griglia. Lo schema di principio è illustrato alla **figura 6.** La sintonia viene effettuata generalmente variando l'induttanza di L. Dal momento che il catodo è connesso tra i due condensatori, il circuito oscillante vero e proprio non è percorso da c.c. E' perciò necessario che l'alimentazione sia applicata in parallelo. La resistenza di polarizzazione della griglia deve fare ritorno direttamente al catodo, onde permettere il passaggio della c. c. Il funzionamento è analogo a quello descritto per gli altri tipi.

L'eccitazione iniziale derivata da una variazione della tensione di placca è accoppiata attraverso il condensatore di blocco C_3 sotto forma di corrente di spostamento che — a sua volta — determina un'analoga corrente nel condensatore di eccitazione di placca C_2. A causa della presenza di L, ciò determina un passaggio di corrente anche attraverso C_1. Si manifesta perciò una d.d.p. ai capi di C_2 e di C_1, la quale eccita la griglia nella fase appropriata, provocando le oscillazioni. Per determinare la frequenza di dette oscillazioni vengono aggiunti C_1 e C_2 come capacità in serie.

Oscillatore con sintonia di placca e di griglia. Un oscillatore munito di circuiti oscillanti sintonizzanti sia nel circuito di placca che in quello di griglia appartiene a questa categoria (vedi **figura 7**). Le bobine di placca e di griglia vengono collocate in modo che tra esse **non esista** un accoppiamento induttivo. Il segnale del circuito di placca è riportato al circuito di griglia attraverso la capacità presente tra i due elettrodi internamente alla valvola. Affinchè la fase della tensione reattiva sia corretta, entrambi i circuiti sono sintonizzati su una frequenza leggermente maggiore di quella di risonanza. In tal modo essi appaiono induttivi nei confronti della corrente anodica. Grazie quindi alla reattanza induttiva opposta alla frequenza di funzionamento, si ottiene lo sfasamento adatto per la reazione.

Oscillatori ad accoppiamento elettronico. Il carico di tutti gli oscillatori precedentemente descritti consiste o nel circuito di ingresso di un amplificatore, o in un dispositivo di accoppiamento di antenna. Qualsiasi variazione si verifichi in tali circuiti esterni, si ripercuote sul funzionamento del circuito di placca dell'oscillatore stesso, e ne varia quindi la frequenza di oscillazione.

La **figura 8** illustra un circuito avente una stabilità di frequenza relativamente elevata. In questo caso la griglia schermo funge da placca agli effetti della produzione di oscillazioni. Queste si manifestano dunque tra il catodo, la griglia di controllo e la griglia schermo, che, praticamente, costituiscono un triodo. La sezione oscillatrice è generalmente collegata col sistema « Hartley » in serie con accoppiamento induttivo, per fornire la tensione di reazione. Dal momento che la corrente elettronica scorre attraverso tali elementi per poi raggiungere la placca della valvola, la parte oscillante del circuito viene ad essere collegata direttamente a detta placca, senza la necessità di organi di accoppiamento esterno.

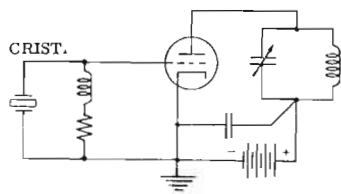



Fig. 10 - Circuito di principio di un oscillatore a cristallo. E' analogo al tipo a doppia sintonia, con la differenza che il circuito oscillante di griglia è sostituito dal cristallo.

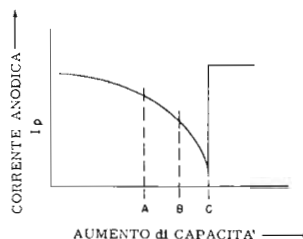



Fig. 11 - Curva di sintonia della corrente di placca di uno stadio oscillatore a cristallo. La maggiore stabilità si verifica tra i punti B e C.

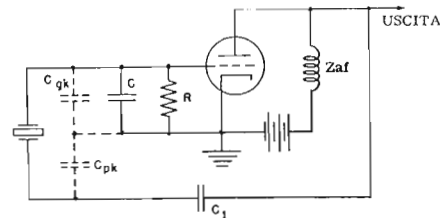



Fig. 12 - Oscillatore « Pierce » a cristallo. Come si nota, non esistono bobine di sintonia. L'accordo è dato dalla frequenza caratteristica del cristallo; i condensatori tratteggiati rappresentano le capacità interelettrodiche.

In realtà, è la stessa corrente anodica che trasferisce sulla placca l'energia sviluppata dall'oscillatore. Poichè la griglia di controllo determina l'intensità della corrente che scorre tra catodo e placca, la tensione che si sviluppa ai capi del circuito risonante in parallelo, presente in serie alla placca stessa, è una tensione amplificata.

Sia la produzione delle oscillazioni, che la relativa amplificazione, avvengono nella medesima valvola. Grazie all'indipendenza che sussiste tra le condizioni di funzionamento della sezione oscillatrice, e le eventuali variazioni del carico, la stabilità di frequenza dell'oscillatore di accoppiamento elettronico è superiore a quella degli altri tipi già menzionati. Inoltre, mediante una accurata regolazione della presa sul partitore di tensione che determina il potenziale di schermo, la frequenza delle oscillazioni prodotte può essere resa praticamente indipendente dalle eventuali piccole variazioni della tensione di alimentazione.

Oscillatori con controllo a cristallo

Quando si desidera mantenere la frequenza prodotta da un oscillatore ad un valore rigorosamente costante, si usa il circuito con controllo a cristallo. Il funzionamento è basato in tal caso sulle caratteristiche di una sostanza cristallina speciale, normalmente quarzo. Alcune tra tali sostanze, come appunto il quarzo, i sali Rochelle, e la tormalina, hanno delle proprietà interessanti già note al lettore. Abbiamo infatti visto che se vengono sottoposte a sollecitazioni meccaniche, sviluppano delle differenze di potenziale. Viceversa, se vengono sottoposte a d.d.p., come ad esempio corrente alternata, esse subiscono delle variazioni nella loro struttura fisica che si manifestano sotto forma di vibrazioni meccaniche. Le reciproche relazioni tra i due fenomeni prendono il nome di « effetto piezoelettrico ».

Sebbene diverse sostanze abbiano tali qualità, il quarzo si è dimostrato il più adatto per gli oscillatori a cristallo. Esso viene tagliato in piastrine ricavate dalla massa originale, come indicato alla **figura 9.** Il contatto elettrico con le superfici di tali cristalli — appositamente sagomati — viene realizzato mediante uno speciale supporto munito di due elettrodi, tra i quali il cristallo viene installato. Tali elettrodi sono inoltre provvisti di una molla che ha il compito di determinare una certa pressione sul cristallo stesso.

Quando il quarzo inizia a vibrare sulla sua frequenza caratteristica, esso necessita di una minima quantità di energia per produrre oscillazioni di notevole ampiezza. La frequenza di risonanza dipende principalmente dallo spessore. Allorchè il cristallo viene sottoposto ad una c.a. avente una frequenza pari a quella caratteristica di risonanza, esso vibra con tale facilità che una minima tensione è sufficiente per mantenerlo in tali condizioni.

D'altro canto, esso produce una tensione alternata considerevole, e — naturalmente — della medesima frequenza. Se viene collegato tra il catodo e la griglia di una valvola, e gli si applica una piccola quantità di energia prelevata dal circuito di placca, l'intero circuito agisce da oscillatore. La frequenza naturale del cristallo è però piuttosto critica: infatti, se la frequenza di eccitazione differisce sia pure minimamente da quella di risonanza, l'ampiezza delle vibrazioni del cristallo si riduce a zero. Allorchè cessa di vibrare, cessa la tensione alternata prodotta. Da ciò è facile dedurre che la frequenza generata da un oscillatore a cristallo corrisponde esattamente a quella di risonanza del quarzo.

La **figura 10** illustra il circuito di un'oscillatore a triodo con controllo a cristallo, del tutto analogo al tipo col circuito di griglia e di placca sintonizzato. L'unica differenza risiede nel fatto che il cristallo sostituisce il circuito oscillante di griglia. In tal caso, esso si comporta come circuito risonante in parallelo, la cui tensione di reazione è derivata dalla capacità presente tra placca e griglia internamente alla valvola.

Le oscillazioni si manifestano con una frequenza pari a quella di risonanza del quarzo, ed il circuito di placca è sintonizzato approssimativamente sul medesimo valore. La sintonia del circuito anodico non deve essere effettuata sul valore esatto della frequenza del cristallo, altrimenti ne conseguirebbe un funzionamento intermittente ed instabile. Se si collega un milliampèrometro per c.c. in serie all'alimentazione del circuito di placca, e si varia la capacità del condensatore di sintonia dal minimo al massimo, (ossia dalla frequenza più alta alla più bassa), si nota che la corrente anodica scende lentamente ad un valore minimo per salire poi rapidamente al massimo. A questo punto le oscillazioni cessano.

La **figura 11** illustra la curva della corrente di plac-

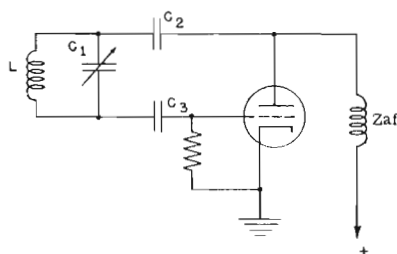



Fig. 13 A - Circuito di principio di un oscillatore « ultraudion » per la produzione di oscillazioni a frequenza molto elevata. Anche in questo caso la reazione si verifica attraverso la capacità interelettrodica.

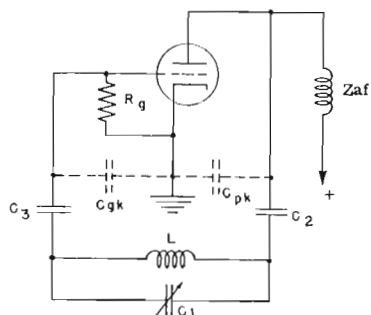



Fig. 13 B - Circuito equivalente dello oscillatore di Fig. 13 A. Come si nota, le capacità interelettrodiche formano un partitore.

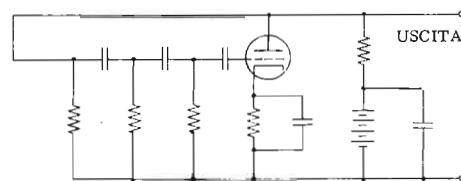



Fig. 14 - Oscillatore a Bassa Frequenza del tipo a spostamento di fase (« phase-shift »). Le tre cellule RC presenti nel circuito di griglia determinano uno sfasamento di 180°.

ca: nel punto C il circuito relativo è sintonizzato sulla frequenza esatta di risonanza del cristallo per cui la uscita ai capi del circuito di placca è massima. Ciò è contemporaneamente denunciato dalla indicazione minima da parte dello strumento in serie all'alimentazione.

La stabilità non raggiunge però il suo « optimum » in tale punto, in quanto, qualsiasi variazione che si manifesti nel carico, può portare il circuito stesso al di là del punto critico, bloccando le oscillazioni.

Se invece il funzionamento viene stabilito nel tratto della curva compreso tra i punti A e B, pur avendo una tensione d'uscita inferiore, si ottiene un notevole incremento della stabilità.

Il circuito risonante in serie alla placca viene dunque sintonizzato su una frequenza leggermente superiore a quella di risonanza del cristallo. Esso si comporta perciò come una induttanza. In tal caso, il circuito di reazione risulta dal collegamento in serie del circuito di placca, del cristallo di griglia, e della capacità interelettrodica tra griglia e placca del triodo. Ne consegue che la reazione è positiva, e che l'oscillatore funziona alla frequenza del cristallo. L'improvviso aumento della corrente anodica nel punto C si verifica in quanto la frequenza naturale di risonanza del circuito di placca è inferiore a quella del quarzo. Il primo si comporta perciò come una capacità, anziche come un'induttanza, e la reazione diventa allora negativa e non più positiva. Ciò provoca la cessazione delle oscillazioni.

Oscillatore « Pierce » a cristallo. La **figura 12** illustra lo schema di principio di questo tipo di oscillatore. La sua caratteristica principale è che esso non necessita di alcun controllo di sintonia. Il cristallo è collegato direttamente tra la placca e la griglia. L'intero circuito può essere considerato equivalente al tipo « Colpitts », con l'unica differenza che il circuito sintonizzato è sostituito dal cristallo, e che la divisione della tensione si effettua automaticamente attraverso le capacità interelettrodiche presenti tra placca e catodo, e tra griglia e catodo, rappresentate simbolicamente nella figura mediante tratto discontinuo.

L'ammontare della reazione dipende dalla capacità presente tra griglia e catodo. Tra tali elettrodi viene collegato un condensatore fisso, C, che determina l'ampiezza esatta del segnale di reazione in rapporto al tipo di valvola ed alla frequenza di funzionamento; il valore della capacità non è critico.

Normalmente, non è necessario sostituirlo quando si cambia la gamma di frequenze. Il condensatore C_1 protegge il cristallo dalla c.c. ed offre contemporaneamente libero passaggio alla radiofrequenza. R è la resistenza di griglia che, unitamente alla capacità C, fornisce la tensione di polarizzazione.

Conseguenze delle variazioni del carico

L'uscita di un oscillatore è accoppiata ad un carico, (che può essere — ripetiamo — un amplificatore o una antenna), mediante un dispositivo di accoppiamento. Finchè detto carico ha un valore costante, resta pressochè costante anche la frequenza di oscillazione. Allorchè — invece — il carico subisce variazioni, queste ultime esercitano una certa influenza sul valore della frequenza. Un oscillatore autoeccitato — usato come trasmettitore — e un esempio eccellente di ciò che accade in quest'ultimo caso.

Non appena un corpo solido si avvicina all'antenna di tale trasmettitore, la sua impedenza di carico subisce una variazione. In un trasmettitore telegrafico (adatto cioè non alla trasmissione di frequenze foniche, bensì di soli segnali telegrafici), l'energia assorbita dallo stadio finale subisce delle variazioni di intensità ogni volta che il tasto viene alzato o abbassato. Se tali variazioni si riflettono sull'oscillatore, la sua frequenza di funzionamento varia in corrispondenza.

Tale fenomeno costituisce uno svantaggio nei circuiti « Hartley », « Colpitts », ed a doppia sintonia. Quando — a suo tempo — ci occuperemo di trasmettitori, noteremo che questi circuiti vengono impiegati solo nei casi in cui esiste uno stadio separatore tra il generatore e l'uscita. Tale stadio non è che un amplificatore il quale, oltre ad intensificare i segnali prodotti, evita che le variazioni del carico si ripercuotano sull'oscillatore.

Oscillataore « ultraudion »

Un tipo di oscillatore usato per la riproduzione di oscillazioni ad onde ultracorte è quello illustrato alla figura **13**, sezione **A**. La reazione ha luogo attraverso la capacità interelettrodica della valvola. Il funziona-

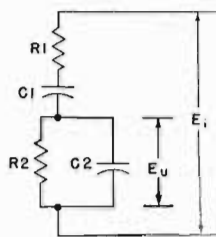



Fig. 15 - Esempio di circuito di sfasamento di un segnale, attraverso una rete RC.

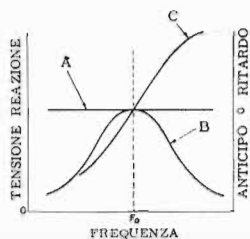



Fig. 16 - I due segnali sono in fase per un solo valore di frequenza (F_o), sulla quale il circuito oscilla.

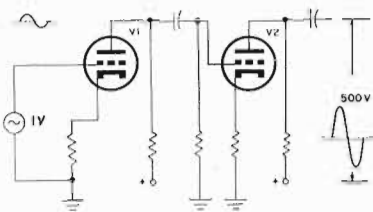



Fig. 17 - Amplificatore tipico a due stadi, mediante il quale, con l'aggiunta di un circuito a reazione positiva, è possibile ottenere un « ponte di Wien ».

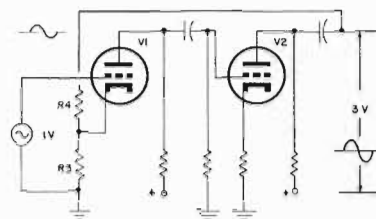



Fig. 18 - « Ponte di Wien » ottenuto dal circuito di Fig. 17, con l'aggiunta del circuito reattivo (formato da R4) tra l'uscita ed il catodo della prima valvola.

mento potrà essere compreso meglio osservando il circuito equivalente illustrato alla sezione **B** della medesima figura.

La capacità presente tra il catodo e la griglia (C_{gk}), e quella presente tra la placca ed il catodo (C_{pk}), formano un partitore di tensione ai capi del circuito oscillante. La caduta di tensione presente ai capi della prima provvede alla eccitazione di griglia, mentre la capacità totale del circuito oscillante consiste nel condensatore di sintonia C_1. Esso è in parallelo alla combinazione in serie di C_2, C_{pk}, C_{gk}, e C_3. C_2 e C_3 sono di valore relativamente elevato, onde offrire una reattanza trascurabile alla corrente a radiofrequenza, per cui non hanno praticamente alcuna influenza sulla frequenza di oscillazione del circuito. Inoltre, come gli altri oscillatori a reazione, la polarizzazione avviene per corrente di griglia, grazie all'unione di C_3 e di R_g. Di conseguenza, il potenziale di griglia resta ad un valore adatto per un funzionamento soddisfacente.

PRINCIPI di FUNZIONAMENTO degli OSCILLATORI a BASSA FREQUENZA

Esistono tipi di oscillatori adatti alla produzione di frequenze acustiche, che vengono impiegati sia per determinare la fedeltà di un amplificatore a B.F., come pure della sezione audio di un radioricevitore o di un televisore, sia per produrre segnali speciali per le radiotrasmissioni, o infine per produrre artificialmente dei suoni.

Anche in questo caso è possibile utilizzare i circuiti « Hartley » e « Colpitts ». Tuttavia, per produrre frequenze molto basse, essi richiedono l'impiego di induttanze e di capacità di dimensioni notevoli. In determinati casi, si preferisce perciò ricorrere all'uso di circuti realizzati con accoppiamenti del tipo *RC* tra griglia e placca.

La **figura 14** illustra il circuito di principio di un oscillatore *RC* a bassa frequenza, detto « phase shift » o a *spostamento di fase*. Esso viene eccitato da qualsiasi variazione delle condizioni di funzionamento, come ad sempio una variazione della tensione di alimentazione, o per la perturbazione interna alla valvola dovuta alla corrente elettronica.

Non appena essa si verifica, il relativo segnale viene amplificato e sfasato di 180° dalla rete *RC* presente nel circuito di griglia, dopo di che la fase originale viene ripristinata dalla valvola stessa, e riportata in griglia perchè subisca una nuova amplificazione. Ogni unità (cellula) *RC*, sposta la fase di 60°, per cui, dopo aver attraversato tre cellule, il segnale che giunge alla griglia è sfasato di 180°.

Se la polarizzazione della valvola è regolata ad un valore tale che le oscillazioni sussistano a mala pena, la forma d'onda d'uscita è pressochè sinusoidale, e la stabilità della frequenza è soddisfacente. Naturalmente il valore della frequenza è dato dai valori delle resistenze e dei condensatori costituenti le cellule di sfasamento.

Oscillatore a « ponte di Wien ». Per meglio comprendere il funzionamento di questo tipo di oscillatore è oportuno osservare il circuito di spostamento di fase illustrato alla **figura 15:** esso costituisce due dei quattro bracci di un « ponte di Wien », uno dei quali è la combinazione in serie di R_1 e di C_1. L'altro è la combinazione in parallelo di R_2 e C_2.

In tale circuito interessano due tensioni: la tensione di ingresso E_i, applicata ai capi dell'intero circuito e quella di uscita E_u,presente ai capi di R_2 e di C_2.

La curva illustrata alla **figura 16** mostra che le due tensioni sono in fase per un solo valore di frequenza F_o. Ciò è vero in quanto la fase delle tensioni presenti ai capi dei bracci varia in senso opposto col variare della frequenza.

Ad esempio, per una frequenza inferiore a F_o, la tensione presente ai capi del braccio in serie è in ritardo rispetto a quella d'ingresso, mentre quella presente ai capi del braccio in parallelo è in anticipo. Se la frequenza aumenta, la differenza di fase tra dette tensioni diminuisce, finchè raggiunto il valore critico F_o, esse sono entrambe in fase rispetto alla tensione di entrata.

La tensione d'uscita è presente ai capi del braccio in parallelo, e le sue variazioni di fase rispetto alla tensione E_i sono rappresentate dalla curva *C*, dalla quale si deduce che essa è in anticipo per le frequenze inferiori ad F_o, ed in ritardo per quelle superiori. Per la medesima frequenza, lo sfasamento è invece pari a zero.

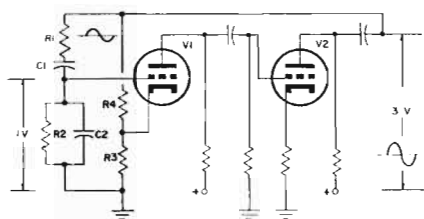



Fig. 19 - Per mantenere costante la frequenza di oscillazione di un « ponte di Wien », si inserisce tra l'uscita e l'entrata un circuito di sfasamento del tipo illustrato alla Figura 15.

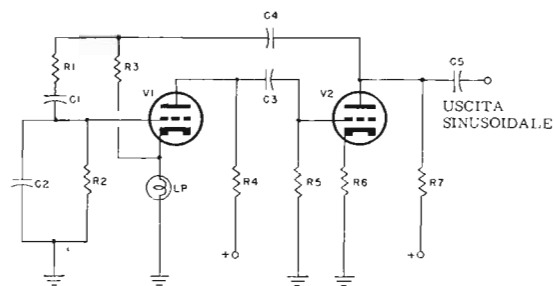



Fig. 20 - Un ulteriore perfezionamento consiste nella aggiunta di una lampadina (o di un termistore) il cui compito è di mantenere costante l'ampiezza delle oscillazioni prodotte.

Sia la prova sperimentale che l'analisi teorica dimostrano che la tensione di uscita del circuito sfasatore è massima per la frequenza in corrispondenza della quale non si ha differenza di fase. Per comodità, si preferisce dare ad R_1 e ad R_2 valori eguali, come pure a C_1 e C_2. In tali condizioni, la massima tensione di uscita in assenza di sfasamento è esattamente la terza parte di quella d'entrata. Sono quindi necessari — ad esempio — 3 volt per avere $E_u = 1$ volt.

La **figura 17** illustra il primo passaggio necessario per sviluppare l'oscillatore a « ponte di Wien » mediante due stadi. Supponiamo che nel primo stadio (V_1), si abbia un'amplificazione di tensione pari a 50, e che nel secondo stadio essa sia pari a 10; il guadagno totale equivarrà a 500. Di conseguenza, la tensione di 1 volt — applicata all'ingresso — corrisponderà a 500 V in uscita. Dal momento che entrambe le tensioni d'uscita sono in fase con la frequenza alla quale corrisponde uno sfasamento di 360°, l'amplificatore oscilla se una parte della tensione d'uscita viene usata per pilotarlo in sostituzione di un segnale esterno.

Per ridurre la tensione al valore desiderato, è sufficiente un partitore di tensione. Nella **figura 18** è apportato un miglioramento costituito dall'aggiunta di una reazione negativa, (o controreazione). Questa riduce l'amplificazione ad un valore tale che si ottiene solo la tensione desiderata di 3 volt. Essa appiattisce inoltre la curva di risposta dell'amplificatore, e mantiene sia lo sfasamento sia la tensione di uscita quasi costanti su un'ampia gamma di frequenze. Ad esempio, la rete di controreazione $R_3 - R_4$ riduce l'amplificazione totale da 500 a circa 3, se R_4 è circa il doppio di R_3. La tensione di uscita è in tal caso di 3 volt allorchè si ha una tensione di ingresso di 1 volt. Si ottiene così il fattore di amplificazione ideale.

L'ammontare della reazione non varia col variare della frequenza, in quanto il partitore è costituito da resistenza ohmica pura, e quindi privo di induttanza: il suo valore è perciò uguale o leggermente inferiore a quello corrispondente alla massima reazione positiva (vedi curva A figura 16). Allo scopo di mantenere costante la frequenza di oscillazione, il circuito di sfasamento della figura 15 è inserito tra l'uscita e l'entrata dell'amplificatore (**figura 19**), per cui esso oscilla su una sola frequenza, quella cioè per la quale lo sfasamento è di 360°.

Dal momento che altre frequenze eventualmente presenti provengono dal circuito di sfasamento della reazione positiva, esse vengono neutralizzate sulla griglia. Questo è il motivo per cui l'amplificazione totale viene ridotta al fattore 3.

La frequenza di oscillazione può essere variata sostituendo i valori resistivi e capacitivi del circuito di sfasamento. Può essere determinata mediante la formula:

$$F_0 = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

la quale è riferita soltanto ad R_1 e C_1, in quanto $R_1 = R_2$ e $C_1 = C_2$.Detta formula rende evidente il fatto che la frequenza aumenta col diminuire di R o di C o di entrambe; la variazione di uno solo di essi è tuttavia sufficiente. Le gamme di frequenze sono inoltre suddivise in modo che il rapporto tra la massima e la minima di ciascuna di esse sia pari a 10, ossia — ad esempio — da 20 a 200, da 200 a 2.000 e da 2.000 a 20.000 Hz.

Generalmente, nelle realizziazioni pratiche di questo circuito, viene introdotto un terzo elemento. Si tratta di una comune lampadina o di un *termistore*, come illustrato alla **figura 20.** Dal momento che in essi la resistenza varia per effetto termico col variare della corrente che li percorre, essi stabilizzano l'ampiezza delle oscillazioni se vengono inseriti nel circuito di controreazione: infatti, con l'aumento di ampiezza del segnale, si ha un aumento di intensità della corrente circolante, Se questa passa attraverso il filamento della lampadina, o attraverso il termistore, lo aumento della corrente provoca l'aumento della sua resistenza ohmica. La variazione della caduta di tensione, che naturalmente aumenta proporzionalmente, compensa l'aumento originale, stabilizzando l'ampiezza del segnale prodotto.

Questo circuito, grazie alle sue caratteristiche di stabilita ed alla possibilità di ottenere segnali perfettamente sinusoidali e privi di armoniche, viene comunemente adottato negli strumenti di misura come — ad esempio — i generatori di segnali a B.F.

Esistono altri tipi di oscillatori a B.F., che consentono la produzione di segnali non sinusoidali. Essi saranno oggetto di una lezione futura.

COSTRUZIONE di un OSCILLATORE MODULATO a frequenza variabile

L'oscillatore modulato, (detto anche « generatore di segnali ») mod. « SG-8 », qui descritto, è uno strumento versatile, di facile impiego, e di funzionamento sicuro. La sua realizzazione non comporta notevoli difficoltà, in quanto il circuito si basa sull'impiego di stadi oscillatori, analoghi a quelli descritti nella precedente lezione.

Come vedremo prossimamente, allorchè ci occuperemo a fondo dei ricevitori cosiddetti « supereterodina », questo strumento è indispensabile per la messa a punto dei vari stadi di amplificazione che precedono lo stadio rivelatore negli apparecchi radio, nonchè per le riparazioni. Inoltre, essendo disponibile una sorgente di segnale a frequenza fonica, essa può essere impiegata anche per la messa a punto della sezione di amplificazione a Bassa Frequenza.

Il generatore di segnali — ripetiamo — non serve soltanto per la messa a punto dei ricevitori, ma anche per la loro riparazione. Come a suo tempo vedremo può infatti presentarsi la necessità, indipendentemente dalla ricezione di una emittente qualsiasi, di iniettare — per così dire — un segnale ad Alta, Media o Bassa Frequenza, in un dato punto di un circuito (come ad esempio l'ingresso di uno stadio di amplificazione), ed osservarne le modifiche subìte oltre lo stadio. In aggiunta, nei casi in cui non si ha alcuna ricezione, iniettando il segnale dello strumento all'ingresso di ogni singolo stadio, e verificando con l'altoparlante o con un voltmetro per corrente alternata ciò che si ottiene all'uscita dell'apparecchio, è possibile individuare facilmente lo stadio o gli stadi in cui il funzionamento viene meno.

Si tratta — in una parola — di uno strumento indispensabile sia all'amatore, sia al riparatore o al progettista.

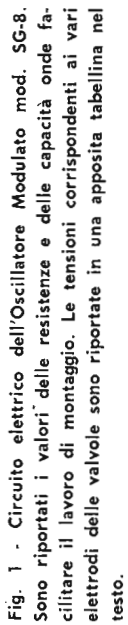
Caratteristiche generali

Cinque gamme di frequenza come segue:

Gamma A	da 160 a 500 kHz
Gamma B	da 500 a 1.650 kHz
Gamma C	da 1,65 a 6,5 MHz
Gamma D	da 6,5 a 25 MHz
Gamma E	da 25 a 110 MHz
Armoniche calibrate	da 110 a 220 MHz
Uscita ad A. F.	Superiore a 100.000 microvolt (0,1 volt)
Frequenza di modulazione . . .	400 Hz circa
Uscita B. F.	da 2 a 3 volt max.
Modulazione esterna	Circa 5 volt su 1 Mohm
Valvole	12 A U 7 oscillatrice e separatrice; 6C4 modulatrice o amplificatrice di B. F.
Alimentazione	110 o 220 volt - 50/60 Hz
Dimensioni	cm 24 x 16,5 x 12,5 circa
Peso	3,5 kg circa

Descrizione del circuito

La parte del generatore « SG-8 » che provvede alla produzione dei segnali ad Alta Frequenza consiste essenzialmente in un doppio triodo del tipo 12*AU*7. Una delle due sezioni di questa valvola (ossia uno dei triodi), viene impiegata come oscillatrice in un circuito « Colpitts », ben noto al lettore. La seconda sezione — invece — è uno stadio ad accoppiamento catodico che separa il generatore propriamente detto dal circuito di uscita dello strumento, onde evitare — come abbiamo visto alla lezione 67ª — che i vari carichi applicati possano influire sul funzionamento dello stadio oscillatore variando la frequenza o l'ampiezza del segnale prodotto.

Fig. 1 - Circuito elettrico dell'Oscillatore Modulato mod. SG-8. Sono riportati i valori delle resistenze e delle capacità onde facilitare il lavoro di montaggio. Le tensioni corrispondenti ai vari elettrodi delle valvole sono riportate in una apposita tabellina nel testo.

La valvola 6C4 provvede alla produzione delle oscillazioni a frequenza acustica, (circa 400 Hz), mentre le due sezioni della valvola 12AU7 provvedono una alla produzione del segnale ad Alta Frequenza, ed una all'accoppiamento col carico Quest'ultima compie contemporaneamente due funzioni: modula la portante ad Alta Frequenza, e separa il carico applicato in uscita dall'oscillatore vero e proprio, consentendo così una notevole stabilità. Mediante le varie posizioni dei selettori di modulazione e di uscita, è possibile disporre di Alta Frequenza a modulazione interna, Alta Frequenza non modulata o modulata da segnali esterni, o ancora del solo segnale a Bassa Frequenza. A lato è illustrato il telaio interamente montato.

Come si nota osservando il circuito elettrico illustrato in **figura 1,** esistono in totale quattro bobine avvolte su supporti. Esse vengono inserite una alla volta dal commutatore di gamma (B.F. e B.R.), e vengono impiegate rispettivamente per le gamme *A*, *B*, *C*, e *D*. Praticamente, ciascuna di esse consiste in due bobine in serie tra loro, in quanto è provvista di una presa intermedia. La bobina relativa alla gamma *E* è invece di struttura diversa, in quanto è costituita da un conduttore rigido di notevole diametro, che serve anche da collegamento tra detto commutatore di gamma e le altre bobine adatte alle gamme di frequenze inferiori. Allorchè esso viene posto nella posizione relativa alla gamma *E*, viene creato un cortocircuito tra i contatti delle bobine di tale gamma: detto cortocircuito forma una induttanza di valore tale da consentire la sintonia in una gamma compresa appunto tra 25 e 110 MHz.

Come sappiamo, in un circuito oscillatore « Colpitts » la reazione necessaria per la produzione delle oscillazioni viene ottenuta mediante un divisore a reattanza capacitiva presente ai capi dell'induttanza che determina la frequenza di funzionamento. Nel nostro caso, tale divisore consiste in un condensatore variabile il cui statore è diviso in due settori isolati tra loro. Il vantaggio di questo sistema risulta evidente dalle seguenti osservazioni. Supponiamo che esso consista invece in due capacità fisse: in tal caso, con l'aumentare della frequenza del segnale applicato ai capi dei condensatori, diminuisce la reattanza da essi opposta. Di conseguenza, adottando un divisore con capacità fisse, qualsiasi aumento della frequenza sarebbe seguito da una diminuzione della reattanza, fino a raggiungere un punto nel quale le oscillazioni non potrebbero più avere luogo, in quanto verrebbero praticamente cortocircuitate.

Usando invece un condensatore variabile a due sezioni, sia per la sintonia che come divisore di tensione, con l'aumentare della frequenza diminuisce la capacità. Come sappiamo, la reattanza opposta da un condensatore è inversamente proporzionale alla capacità stessa; di conseguenza, il valore della reattanza capacitiva rimane pressochè costante. Ciò consente di mantenere le oscillazioni su una gamma di frequenze molto estesa.

L'impiego di uno stadio ad uscita catodica come separatore ha i seguenti vantaggi: come sappiamo, questo circuito consente una bassa impedenza di uscita con impedenza di ingresso notevolmente elevata. Tale impedenza d'ingresso, applicata all'oscillatore, non comporta praticamente alcun assorbimento, mentre il basso valore dell'impedenza di uscita rende quest'ultima insensibile alle eventuali variazioni del carico, a tutto vantaggio della stabilità. Ne deriva che l'applicazione di qualsiasi valore del carico non apporta che variazioni trascurabili — se non addirittura nulle — sulle caratteristiche del segnale prodotto.

Lo strumento comprende un attenuatore a scatti o « moltiplicatore » (N) per determinare l'ampiezza del segnale di uscita, oltre ad un attenuatore a variazione continua (M) che consente di ottenere tutti i valori del segnale di uscita compresi tra un estremo e l'altro delle diverse portate del primo.

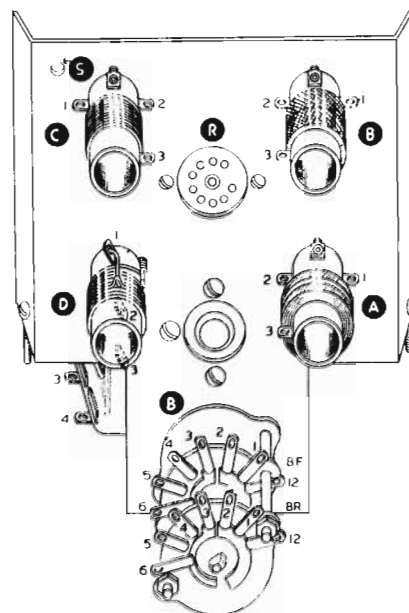



Fig. 2 - Disposizione dei componenti sul telaio minore. Si noti la posizione delle quattro bobine contrassegnate con le lettere A, B, C e D, corrispondenti alle gamme relative. E' importante osservare l'orientamento dello zoccolo portavalvola della 12AU7.

Anche l'oscillatore a frequenza fonica è del tipo « Colpitts ». Esso consiste in un triodo del tipo 6C4, in una induttanza di Bassa Frequenza con nucleo di ferro (Z), ed in un divisore formato da due capacità fisse (0.1 e 0.02 μF), i cui valori sono tali da consentire la produzione di un segnale la cui frequenza è di circa 400 Hz. Il segnale prodotto è stabile, e notevolmente privo di distorsioni.

Allorchè il relativo selettore (K) si trova in posizione « INT » (modulazione interna), il segnale a 400 Hz viene applicato — attraverso un circuito resistivo —

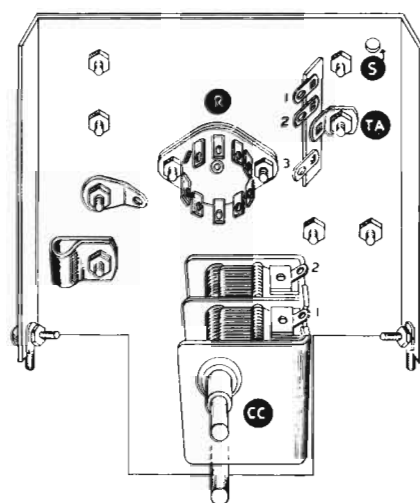



Fig. 3 - Disposizione di alcuni componenti sulla parte inferiore del telaio di Figura 2. Si noti la posizione del condensatore variabile e della basetta di ancoraggio. A quest'ultima fanno capo le resistenze ed i condensatori facenti parte del circuito di Alta Frequenza.

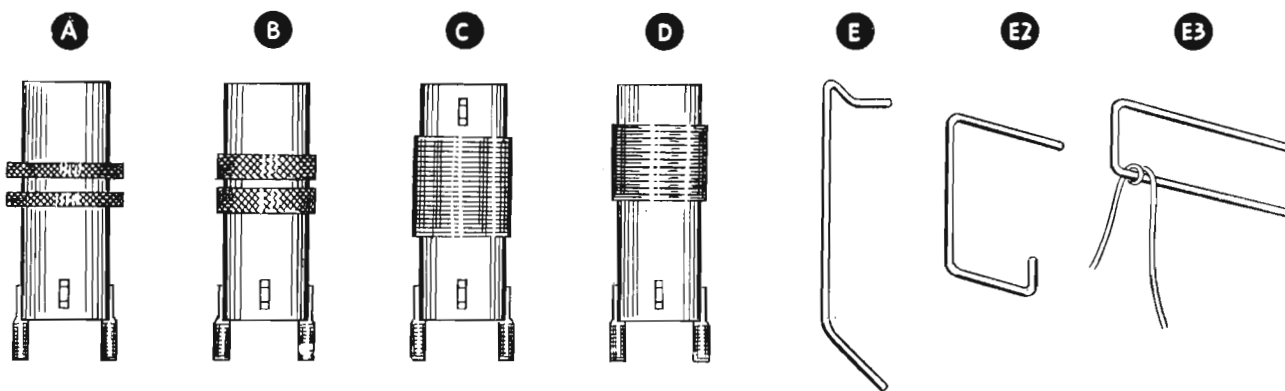



Fig. 4 - Aspetto delle bobine relative alle 5 gamme. Come si nota, quelle funzionanti sulle gamme A, B, C e D sono avvolte su supporti che possono essere fissati al telaio mediante i perni filettati visibili inferiormente. Le bobine relative alla gamma E sono invece costituite da conduttori rigidi e appositamente sagomati, in quanto devono presentare appena l'induttanza necessaria per consentire il funzionamento su frequenze molto elevate.

alla griglia dello stadio ad accoppiamento catodico. In tal modo esso viene sovrapposto al segnale ad Alta Frequenza, che ne viene pertanto modulato in ampiezza.

Il segnale a frequenza acustica è anche disponibile ad un attacco di uscita contrassegnato « OUT », e può essere impiegato come sorgente di segnale per il controllo di un amplificatore a Bassa Frequenza. Viceversa, se il selettore (K) viene posto in posizione « EXT » (modulazione esterna), è possibile collegare all'apposita presa qualsiasi segnale esterno, il quale costituirà così la modulazione della portante prodotta dal generatore di Alta Frequenza. In tal caso, il triodo 6C4 assume il ruolo di stadio amplificatore del segnale esterno applicato.

Fig. 5 - Veduta interiore del telaio di maggiori dimensioni. Si noti la posizione dello zoccolo della valvola 6C4, nonchè le basette di ancoraggio. E' visibile anche la posizione del rettificatore ad ossido, che deve essere montato col polo positivo come indicato.

Il circuito di alimentazione consiste in un trasformatore che abbassa la tensione di rete al valore necessario per l'accensione dei filamenti delle due valvole (ossia 6 volt, in quanto i due filamenti dei due triodi contenuti nella 12*AU*7 sono connessi in parallelo); un altro secondario fornisce l'alta tensione, che, rettificata mediante un raddrizzatore al selenio in una sola semionda, e filtrata da una cellula del tipo *RC* a « π », costituisce la tensione anodica.

Una caratteristica peculiare di questo strumento, è il potenziometro contrassegnato con « L » nello schema. Esso consente la regolazione al valore opportuno se si applica un segnale esterno per la modulazione, e regola l'ampiezza del segnale a 400 Hz se l'apparecchio viene usato come sorgente di segnale a Bassa Frequenza.

Il montaggio meccanico

Come abbiamo visto in alcune delle precedenti realizzazioni, le varie parti meccaniche — ossia lo chassis, le varie squadrette, i componenti più ingombranti, ecc. — sono tali da rendere intuitiva la relativa posizione. Inoltre, le varie figure qui riportate, presenti con dettagli ancora più numerosi sul manuale che accompagna la scatola di montaggio così come viene fornita, sono di valido aiuto.

Fig. 6 - Collegamenti tra il commutatore di gamma e le relative bobine. Sono visibili anche le bobine della gamma «E».

Valgono naturalmente anche tutte le considerazioni generiche fatte negli altri casi. In particolare, facciamo osservare che tutte le viti, ad eccezione di quelle cui fanno capo eventuali capicorda, devono essere munite di ranella tra il dado e la superficie di appoggio. L'unica eccezione è costituita dalle viti mediante le quali vengono fissati gli zoccoli portavalvola.

Le **figure 2** e **3** illustrano il primo passo del montaggio meccanico: esse rappresentano lo chassis più piccolo visto dal di sopra e dal di sotto. Le lettere riportate nei dischetti neri servono come riferimento per individuare i componenti illustrati nello schema di figura 1.

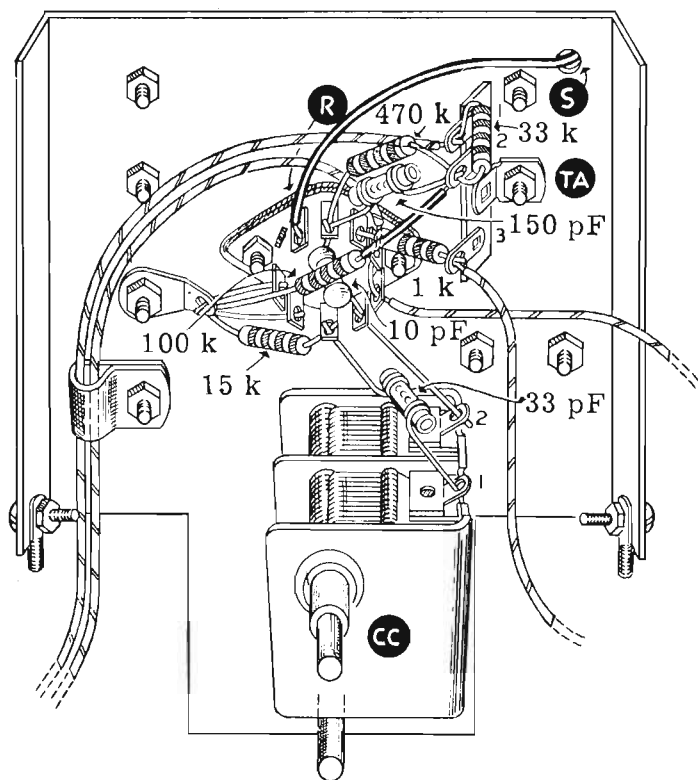



Fig. 7 - Aspetto del telaio minore dopo il montaggio. Per maggiore chiarezza, sono stati riportati i valori dei vari componenti.

sizione del rettificatore, sul quale è riportata anche la polarità. Gli anelli passafilo in gomma, chiaramente visibili nella figura, servono ad evitare che i collegamenti passanti per quei punti diano dispersioni o contatti intermittenti verso massa in seguito alla eventuale rottura dell'isolamento.

Si presti la massima attenzione a serrare bene le viti, in particolar modo quelle cui fanno capo eventuali collegamenti a massa. Durante il montaggio è bene osservare attentamente le figure, particolarmente per quanto riguarda l'orientamento degli zoccoli portavalvola, studiato in modo tale da consentire il cablaggio più razionale e la minima lunghezza dei collegamenti.

Ripetiamo — anche in questo caso — che, ad evitare di graffiare il pannello frontale, è bene — durante tutte le operazioni di montaggio e di collaudo e messa a punto — tenere un panno soffice sotto lo strumento. A tale scopo, è inoltre consigliabile appoggiare gli strumenti di lavoro e gli attrezzi meccanici ad una certa distanza, nonchè togliere tutti i residui di stagno ed i segmenti conduttori asportati che cadono inevitabilmente sul piano di appoggio.

Si tenga sempre presente che un lavoro fatto con pazienza e precisione, anche se con maggior perdita di tempo, sarà in seguito compensato da un risultato migliore sia dal punto di vista funzionale che da quello estetico.

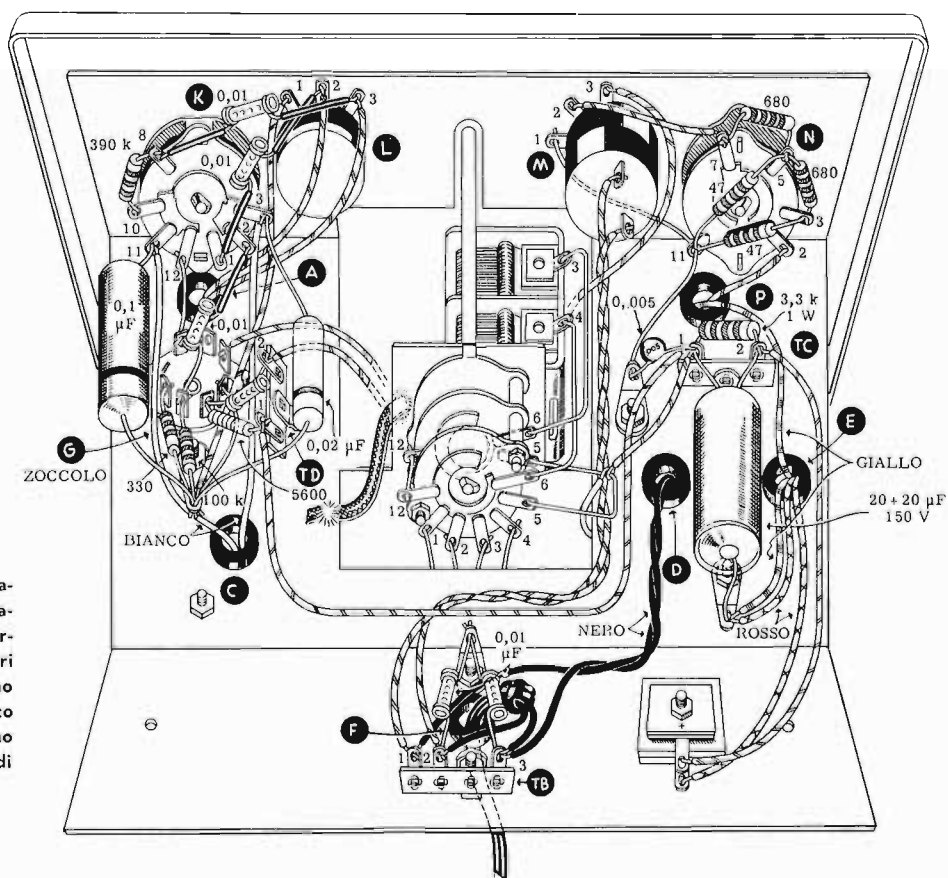



Fig. 8 - Aspetto del telaio maggiore, montato, visto internamente. Anche qui, per facilitare la realizzazione, sono stati riportati i valori di alcuni componenti. I colori dei collegamenti al trasformatore devono essere rispettati. I numeri di riferimento presenti ai contatti del commutatore sono riportati anche sullo schema elettrico di Figura 1.

La **figura 4** illustra le bobine delle prime quattro gamme, nonchè i collegamenti rigidi che costituiscono le bobine della gamma *E*.

Nella **figura 5** è invece visibile la chassis che supporta l'intero apparecchio, visto dal di sotto. Si noti la po-

Il montaggio elettrico

Come in tutte le apparecchiature elettriche, si inizia con l'applicazione del condutore di massa, consistente in un filo rigido di rame stagnato del diametro di alme-

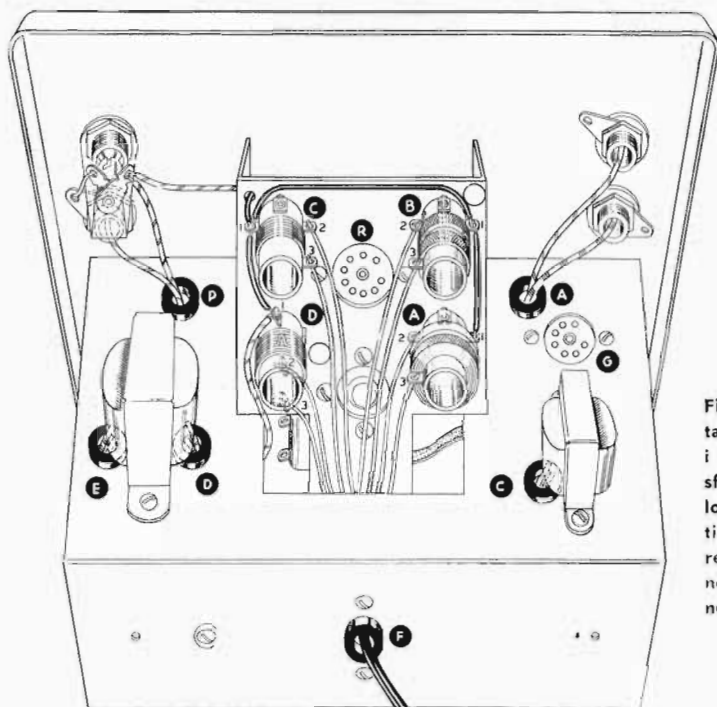



Fig. 9 - Veduta della parte superiore dell'intero telaio, dopo il montaggio. Si noti la posizione del telaio minore sul quale sono montati i componenti della sezione di Alta Frequenza. Sono visibili il trasformatore di alimentazione, e l'induttanza di Bassa Frequenza, collocati ad una distanza tale tra loro da evitare accoppiamenti induttivi. Sulla parte verticale posteriore del telaio si nota il cordone di rete facente capo alla basetta di ancoraggio collocata all'interno. Si notino anche le prese di uscita dell'Alta e della Bassa Frequenza, nonchè la lampada spia.

no 2 mm, al quale fanno capo tutti i terminali collegati a massa.

I componenti forniti con la scatola di montaggio (ossia le resistenze, i condensatori, ecc.), sono muniti di terminali notevolmente più lunghi di quanto necessario. Essi dovranno essere pertanto tagliati di volta in volta alla lunghezza opportuna, non senza averli precedentemente ricoperti — ove è necessario — di tubetto sterlingato.

Si procederà poi con il cablaggio della sezione di alimentazione, ossia del trasformatore, del rettificatore, e della cellula di filtraggio.

Il cablaggio vero e proprio verrà eseguito in due fasi distinte: si monterà prima lo chassis di maggiori dimensioni, sul quale sono presenti la valvola 6C4, lo alimentatore, il pannello, ecc. In seguito, si monterà lo chassis più piccolo, che supporta l'oscillatore ad Alta Frequenza, consistente nella valvola 12*AU*7, nelle bobine, nel commutatore di gamma, e nei piccoli componenti ad essi associati. Le due unità verranno in seguito unite sia meccanicamente che elettricamente.

La **figura 6** illustra lo chassis della sezione ad Alta Frequenza, con tutti i suoi componenti, visto dal di sopra; **la figura 7** illustra il medesimo chassis visto invece dal di sotto. Seguendo il circuito elettrico, ed osservando le lettere ed i numeri di riferimento riportati in ciascuna figura, non sarà difficile al lettore riconoscere i vari componenti ed i relativi collegamenti.

La **figura 8** illustra l'apparecchio montato, visibile anche dal lato opposto nella **figura 9**. In quest'ultima, per maggior chiarezza, non sono state riportate le valvole.

Preparazione del cavo di uscita

Una volta terminato il cablaggio dello strumento, si può provvedere alla preparazione dei cavi esterni. Le varie operazioni sono illustrate alle **figure 10 e 11.**

Come si nota, uno dei terminali del cavetto schermato è collegato allo spinotto a vite, anch'esso schermato. L'altro terminale — invece — fa capo ad una coppia di pinze a coccodrillo, e serve per applicare il segnale ad Alta o Bassa Frequenza all'apparecchiatura sotto prova.

Innanzitutto si toglie la molla a spirale di protezione del cavo della presa, allentando l'apposita vite laterale. Tale molla deve essere infilata sul cavo, in modo tale che l'estremità avente un diametro inferiore sia rivolta verso il capo cui verrà adattata la presa stessa. Indi si asporta l'isolamento esterno del cavo per la lunghezza di 20 mm circa, e si spinge indietro la calza metallica dello schermo, rivoltandola come una « manica di camicia ». In tal modo è facile adattarla sulla molla di protezione assicurando il contatto tra la calza e la molla stessa, come indicato nella figura. Ciò fatto, si toglie l'isolamento del conduttore interno per la lunghezza di 3 mm circa, e, dopo aver introdotto il cavo nella parte non filettata della presa, ossia nel foro posteriore, si spinge il cavo stesso finchè la parte nuda del conduttore centrale emerge nel foro centrale del dischetto isolante presente all'interno del bordo filettato. In tal punto verrà effettuata la saldatura depositandovi una goccia di stagno, il più possibile lucida e rotonda.

Fig. 10 - Sistema di collegamento del raccordo a vite del cavo di uscita. E' indispensabile evitare qualsiasi possibilità di corto-circuito tra il conduttore centrale e la calza schermante.

Alla fine si introdurrà nella sua sede, fino in fondo, la molla di protezione in contatto con la calza metallica, e si stringerà di nuovo la vite laterale di fissaggio.

La figura 11 illustra il sistema di collegamento delle pinze a coccodrillo corrispondenti al terminale opposto. In questo caso, l'isolamento esterno viene asportato per la lunghezza di circa 10 cm. Ciò fatto, si spinge indietro la calza metallica consentendo così alle sue maglie di allargarsi. In un punto prossimo a quello in cui ha inizio l'isolamento esterno, ossia alla distanza di circa 10 cm dal terminale, dette maglie vengono allargate con l'aiuto di una pinzetta a molla, in modo da estrarne lateralmente il conduttore centrale. Dopo averlo estratto completamente, la calza metallica rimasta vuota verrà tesa in modo da costituire un secondo conduttore nudo. Alla fine si applicheranno ai due terminali le pinze a coccodrillo mediante saldatura, ed il cavo è pronto per l'uso.

Fig. 11 - Preparazione dei terminali cui vanno applicate le pinze a coccodrillo. La lunghezza dei due segmenti (circa 10 cm), è sufficiente per consentire il collegamento ai vari punti del circuito del ricevitore sotto prova.

Collaudo e messa a punto

Circa le norme di collaudo, valgono anche qui le considerazioni fatte in altre occasioni. Si controlli con la massima cura l'esattezza dei collegamenti confrontando l'apparecchio realizzato con lo schema elettrico e con le varie figure: prima di accendere l'apparecchio, si verifichi con un ohmetro (in una portata alta) che non vi siano corto circuiti ai capi della tensione anodica, ossia tra i poli del secondo elettrolitico di filtro. Senza inserire le valvole nei portavalvola relativi, si inserisca il cordone rete in una presa di corrente, assicurandosi che la tensione disponibile sia adatta al primario del trasformatore di alimentazione. Tale avvolgimento, come illustrato alla **figura 12,** può essere adattato alla due tensioni di 110 o 220 volt, a seconda che le due sezioni del primario vengano collegate rispettivamente in parallelo o in serie. Se la tensione di rete disponibile non ammonta nè a 110 nè a 220 volt, è indispensabile l'uso di un autotrasformatore o trasformatore da 30 watt circa.

Dopo aver acceso l'apparecchio mediante l'interruttore abbinato all'attenuatore di uscita (M), contrassegnato « RF OUTPUT » sul pannello, verificare con il tester adattato alla misura di tensioni alternate che ai filamenti delle due valvole venga applicata una tensione di circa 6 volt, e che — tra l'ingresso del rettificatore e la massa — sia presente una tensione alternata di circa 50 volt. La lampada spia del pannello deve accendersi.

Se tutto è in ordine, si può spegnere l'apparecchio, inserire le due valvole, e riaccenderlo per misurare le tensioni continue A tale scopo, riportiamo la seguente tabellina mediante la quale è possibile controllare che le tensioni presenti ai vari elettrodi delle valvole siano esatte, entro il 10% del valore dichiarato.

VALVOLA	PIEDINI								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6C4	65	*NC*	6,3 alt.	0	65	—6,5	1		
12AU7	65	—2	2,5	6,3 alt.	6,3 alt.	85	*	0	0

NC = Non collegato
* = Da — 3 a — 30 volt, a seconda della gamma

Se tutte le tensioni sono esatte, non resta che controllare il funzionamento, il quale è già assicurato dalla presenza di una tensione sul piedino N. 7 della valvola 12*AU*7.

Il valore della tensione misurata non ha alcuna importanza. Essa è presente con un'ampiezza dipendente dalla frequenza, soltanto se la valvola oscilla. La mancanza di tale tensione, ossia di qualsiasi spostamento da parte dell'indice dello strumento adattato alla misura di 50 volt in C.C. e collegato col puntale positivo a massa ed il puntale negativo al piedino del portavalvola, significa che la valvola stessa non produce alcuna oscillazione ad Alta Frequenza. In tal caso occorrerà rivedere l'intero circuito e controllare ancora una volta l'esattezza dei collegamenti.

Fig. 12 - Mediante il collegamento in serie o in parallelo delle due sezioni del primario del trasformatore di alimentazione, è possibile predisporlo per tensioni di rete rispettivamente di 220 o 110 volt.

A questo punto occorre una precisazione: la taratura dello strumento, ossia la « messa a punto » delle varie scale tarate, è già stata fatta in fabbrica su un apparecchio identico già montato. Essa pertanto tiene conto della capacità dei collegamenti, delle induttanze disperse, e di tutti i fattori che intervengono. In linea di

massima dunque, non è necessaria alcuna messa a punto: le frequenze indicate dall'indice sulle varie scale relative alle diverse gamme, devono corrispondere alle frequenze effettivamente prodotte, con una tolleranza compresa tra il 2 ed il 3%. Qualsiasi differenza notevole non può essere dovuta che ad errori di collegamento, o ad inversione delle bobine. Non possiamo suggerire al lettore di confrontare la taratura con quella di un altro strumento analogo, in quanto nessuno di essi può essere considerato come « generatore campione », a meno che non si tratti appunto di un generatore di tale tipo, di precisione indiscutibile.

E' tuttavia possibile effettuare un controllo sufficientemente esatto. Il metodo verrà descritto al termine delle norme relative alla tecnica di impiego, in quanto è prima opportuno conoscere l'uso dei vari controlli.

Tecnica di impiego

Circa l'uso di questo strumento, non è possibile per il momento dare tutti i dettagli, in quanto il lettore potrà comprendere le varie applicazioni solo dopo aver conosciuto a fondo il ricevitore supereterodina. Per ora, ci basti dunque conoscere la funzione dei controlli e delle prese presenti sul pannello. La tecnica di taratura sarà tra breve oggetto di una lezione dettagliata.

Le due prese visibili sul pannello, in alto a sinistra, servono per il collegamento alla sezione di Bassa Frequenza. A seconda che il selettore contrassegnato « MODULATION » (modulazione), posto immediatamente al di sotto di tali prese, sia in posizione « EXT » (esterna) o « INT » (interna), è possibile rispettivamente collegare un segnale modulante esterno alla presa « IN » (ingresso), o prelevare il segnale a 400 Hz dalla presa « OUT » (uscita). Ovviamente, in posizione « INT », il segnale a 400 Hz, oltre ad essere disponibile alla presa « OUT », viene applicato al segnale ad Alta Frequenza prodotto dallo strumento, in modo da ottennere in uscita un segnale modulato.

La manopola contrassegnata « AF IN-OUT » (Bassa Frequenza inclusa o esclusa), compie — come abbiamo detto dall'inizio — due funzioni distinte. Seguendo le posizioni dei controlli presenti sul pannello, si nota che, se il selettore è in posizione « INT », esso consente di variare da zero al valore massimo il segnale di Bassa Frequenza disponibile alla presa « OUT ». Se invece detto selettore è in posizione « EXT », esso consente di variare l'ampiezza del segnale esterno applicato alla griglia della 6C4, tramite la presa « IN ».

Le due manopole in basso a destra costituiscono il complesso dell'attenuatore. La prima, contrassegnata « RF OUTPUT » (uscita a radiofrequenza) consente la variazione continua del segnale di uscita ad Alta Frequenza, ed agisce sia sull'interruttore di accensione dello strumento, che sul potenziometro contrassegnato « M » sullo schema di figura 1. La seconda, ossia l'ultima a destra, aziona invece il mlotiplicatore (« N » sullo schema). Tale manopola, contrassegnata « RF STEPS », ha tre posizioni, corrispondenti a tre livelli del segnale di uscita, e precisamente « LOW » (basso), « MEDIUM » (medio), e « HIGH » (alto). In altre parole, in ciascuna di queste tre posizioni, è possibile variare l'ampiezza del segnale di uscita tra zero ed il valore massimo agendo sul controllo potenziometrico « RF OUTPUT ».

Il cavetto schermato di uscita deve essere collegato alla presa « RF OUT » (uscita a radiofrequenza). Si rammenti a tale scopo che il terminale corrispondente alla pinza a coccodrillo facente capo alla calza metallica costituisce il collegamento di massa (terra). Detto cavo schermato può essere collegato anche alla presa «AF OUT» qualora si desideri prelevare il segnale a 400 Hz.

Infine, la manopola centrale, provvista di indice, consente la comoda lettura dei valori di frequenza sulle cinque scale corrispondenti alla varie gamme. Dette scale sono tarate in kHz per le frequenze minori, ed in MHz per le frequenze più elevate.

L'uso dello strumento consiste semplicemente nel prelevare in uscita un segnale ad Alta Frequenza, modulato a 400 Hz, o da un segnale esterno, o ancora non modulato, e nell'iniettarlo all'ingresso di un ricevitore tramite le prese di antenna e terra, o in determinati punti del circuito di un ricevitore. In tal modo è possibile sia effettuare l'allineamento dei vari circuiti accordati, sia individuare il mancato funzionamento di uno o più stadi, sia valutare l'amplificazione da parte di una valvola. Ovviamente, il segnale applicato allo apparecchio sotto prova ha la frequenza e l'ampiezza determinate dalle posizioni dei relativi controlli.

Controllo della taratura

Agli effetti del controllo della frequenza prodotta dal generatore, cui abbiamo precedentemente fatto cenno, esso può essere effettuato in un modo relativamente semplice. Disponendo di un radio ricevitore in buone condizioni di funzionamento, basta sintonizzarlo su una stazione trasmittente la cui frequenza di trasmissione sia nota. Tale frequenza può essere ricavata da diverse fonti, come ad esempio le pubblicazioni relative ai programmi delle radiotrasmissioni. Una volta sintonizzato l'apparecchio, durante la ricezione della emittente scelta, è sufficiente iniettare nel ricevitore, contemporaneamente, il segnale prodotto dal generatore, avente la medesima frequenza. A tale scopo, dando al segnale prodotto una certa ampiezza mediante l'attenuatore, si varia la sintonia fino ad udire nello altoparlante un sibilo a frequenza variabile, creato dal battimento tra i due segnali ad Alta Frequenza che entrano nel ricevitore.

Una volta udito detto sibilo, senza più variare la sintonia del ricevitore, che deve restare esattamente accordato sulla emittente, si varia quella del generatore lentamente, finchè il sibilo diventa un rumore di frequenza sempre più bassa, fino a scomparire totalmente o quasi. In tal caso, la frequenza del segnale prodotto sarà eguale a quella della emittente ricevuta. Leggendo il valore indicato dall'indice, sarà facile notare che, con la tolleranza dichiarata, il valore corrisponde alla frequenza della emittente.

Tale controllo potrà essere effettuato su varie frequenze, prendendo come campione varie emittenti di frequenza nota. Sarà così possibile controllare vari punti delle diverse scale.

DOMANDE sulle LEZIONI 67ª e 68ª

N. 1 —
Quali sono le applicazioni principali in cui si fa uso di un circuito oscillatore?

N. 2 —
Quali sono i componenti il cui valore determina la frequenza del segnale prodotto da un oscillatore ad A.F.?

N. 3 —
Quali sono i metodi principali mediante i quali si ottengono le oscillazioni?

N. 4 —
Come vengono applicati?

N. 5 —
Quali e quanti sono i metodi mediante i quali è possibile constatare il funzionamento di uno stadio oscillatore?

N. 6 —
Per quale motivo, in un oscillatore, la griglia deve essere autopolarizzata?

N. 7 —
Se in un circuito « Hartley » si ha nel circuito oscillante una induttanza di 1 mH, ed una capacità di 1.000 pF, quale è la frequenza delle oscillazioni prodotte?

N. 8 —
Per quale motivo, in un oscillatore del tipo « Colpitts », l'alimentazione deve essere in parallelo?

N. 9 —
In quale modo si ottiene l'accoppiamento reattivo in un oscillatore a sintonia di placca e di griglia?

N. 10 —
Per quale motivo in un oscillatore ad accoppiamento elettronico, la stabilità di frequenza è pressochè indipendente dalle caratteristiche del carico?

N. 11 —
Cosa si intende per « effetto piezoelettrico »?

N. 12 —
In un oscillatore a cristallo, come deve essere la frequenza di accordo del circuito oscillante di placca?

N. 13 —
Quali sono i componenti di un oscillatore a B.F. che differiscono da quelli di un oscillatore ad A.F.?

N. 14 —
Quali sono i componenti che determinano la frequenza delle oscillazioni, in un oscillatore a « ponte di Wien »?

N. 15 —
In un « ponte di Wien », quale è il compito della lampadina o del termistore?

N. 16 —
Per quale motivo in un oscillatore a « spostamento di fase » vi sono tre cellule RC nel circuito di griglia?

N. 17 —
Quale è il compito della controreazione, o reazione negativa, in un oscillatore a Bassa Frequenza?

N. 18 —
Cosa si intende per « fondamentale » e per « armonica »?

RISPOSTE alle DOMANDE di Pag. 521

N. 1 — Sei. In tal caso la valvola viene chiamata ottodo. Non esistono valvole con un numero maggiore di griglie.

N. 2 — Perchè, riunendo due o più unità in un unico bulbo, si ottiene una economia di materiale e di spazio. Consentono la realizzazione di apparecchiature più compatte ed economiche.

N. 3 — Perchè, dal momento che la corrente passa soltanto quando il gas è ionizzato, se la tensione viene ridotta dopo la ionizzazione, la corrente si trova a percorrere un gas già in tale stato. Riducendo detta tensione oltre un certo limite (tensione di estinzione), la valvola si spegne.

N. 4 — In una valvola a gas per corrente alternata, i due elettrodi hanno le medesime dimensioni, e la luminosità è eguale in prossimità di entrambi. In una valvola a corrente alternata, invece, il catodo ha dimensioni maggiori, e la luminosità si manifesta solo in prossimità di tale elettrodo. Il tipo per c.a. può funzionare anche in c.c., mentre una valvola per c.c. non può funzionare con corrente alternata.

N. 5 — La massima tensione che, applicata con polarità opposta a quella normale, è di poco inferiore a quella necessaria per determinare la ionizzazione. E' indispensabile tenerne conto onde non determinare lo innesco con la polarità opposta.

N. 6 — Vapore di mercurio.

N. 7 — Per dar modo al mercurio — che si trova allo stato liquido quando la valvola è spenta — di evaporare.

N. 8 — Un triodo nel cui bulbo è presente un gas rarefatto.

N. 9 — La minima distanza tra gli elettrodi, la minima superficie degli stessi, e l'assenza dello zoccolo.

N. 10 — Nel ricevitore a reazione non si ha — normalmente — amplificazione ad Alta Frequenza, ed il circuito LC di sintonia è — tranne casi particolari — uno solo.

N. 11 — Sei: rivelazione a diodo, per caratteristica di placca, ad impedenza infinita, a falla di griglia, a reazione ed a superreazione.

N. 12 — Innanzi tutto la scarsa selettività nei confronti della emittente locale. Inoltre, la sintonia è critica a causa dei caratteristici sibili della reazione. Per ultimo, irradia facilmente onde elettromagnetiche.

N. 13 — Il controllo automatico dell'amplificazione ad A.F. Serve a normalizzare la potenza di uscita, indipendentemente dalla intensità del segnale ricevuto.

N. 14 — Variando la polarizzazione di griglia delle valvole amplificatrici ad Alta Frequenza, e — di conseguenza — la loro amplificazione.

N. 15 — A « μ » variabile, ossia con le griglie controllo le cui spire sono spaziate in modo non uniforme.

N. 16 — Per compensare le inevitabili differenze tra le capacità dei vari settori di un condensatore variabile multiplo. Agendo sui compensatori, si adattano tutti i circuiti accordati in modo che funzionino esattamente sulla medesima frequenza.

COSTRUZIONE di un OSCILLATORE MODULATO a frequenze fisse

Caratteristiche generali

5 frequenze a sintonia fissa con selezione a commutatore: 262 - 455 - 465 - 600 - 1.400 kHz.

Precisione: ± 0,5%.

Taratura con cristallo esterno: sul pannello frontale sono montati due zoccoli per cristalli, selezionabili anche essi con commutatore.

Precisione: relativa ai cristalli usati (capacità di entrata 32 pF).

Segnale B.F.: 400 Hz sinusoidale.

Modulazione: interna, 400 Hz al 30%

Uscite disponibili: A.F., A.F. modulata, e B.F., selezionate mediante commutatore.

Controllo livello di uscita: variabile con continuità.

Livello di uscita B.F.: 10 volt eff. massimi.

Livello di uscita A.F.: 0,1 volt eff. massimi.

Valvola: 12AU7.

Alimentatore: a trasformatore con rettificatore al selenio.

Alimentazione: 105 - 125 V 50/60 Hz 10 watt.

Descrizione del circuito

L'oscillatore modulato ad Alta Frequenza mod. «TO-1», pur avendo prestazioni notevolmente inferiori a quelle del mod. « SG-8 » descritto alla lezione precedente, è utile sia per l'allineamento, sia per la ricerca dei guasti negli stadi ad Alta Frequenza dei ricevitori radio. La differenza consiste nel fatto che esso può produrre solo frequenze fisse, che possono essere sfruttate sia sul valore fondamentale, sia sulle armoniche. Mediante lo sfruttamento dei segnali di frequenza armonica, è infatti possibile utilizzare questo oscillatore anche per l'allineamento su onde corte. La semplicità con cui sono predisposte le diverse frequenze di allineamento, nonchè la possibilità di effettuare tarature accurate mediante un quarzo esterno, rendono questo apparecchio versatile, e nel complesso, assai utile. La **figura 1** ne illustra il circuito elettrico.

Oscillatore ad A.F.: l'oscillazione portante a radiofrequenza è anche qui generata mediante un circuito « Colpitts » con eccitazione in parallelo. In questo tipo di circuito (vedi **figura 2**), tra l'anodo e la griglia della valvola oscillatrice sono collegati i condensatori C_1, C_2, C_3, C_4, e l'induttanza L. La combinazione dei valori di quest'ultima e dei condensatori C_2 e C_3 è tale da provocare l'innesco di oscillazioni alla frequenza di risonanza del circuito stesso.

Il condensatore C_4 non altera la frequenza del circuito oscillante: la sua funzione è semplicemente quella di polarizzare la valvola mediante corrente di griglia, unitamente alla resistenza connessa in serie al catodo. Il condensatore C_1 blocca la componente continua (tensione anodica di alimentazione), ed evita che questa arrivi ai contatti del commutatore per la selezione della frequenza di oscillazione (vedi schema completo).

Questo circuito appartiene alla famiglia degli oscillatori detti « a tre punti », in cui la tensione di reazione viene fornita, anzichè da un avvolgimento di reazione, da un sistema di impedenze tali che le fasi del segnale misurate nei punti a e b rispetto a c (vedi figura 2) siano opposte.

Durante il processo di amplificazione, la valvola — come sappiamo — inverte la fase del segnale. Il circuito « a tre punti » — come abbiamo ora detto — porta in b un segnale di fase opposta rispetto a quello presente in a, ossia nuovamente in fase col preesistente segnale di griglia. In tale modo il segnale continua ad aumentare di ampiezza finchè la saturazione e la interdizione della valvola ne limitano l'ampiezza ad un valore costante. La frequenza è determinata dai valori di L, C_2 e C_3.

L'innesco delle oscillazioni avviene in modo automatico all'atto dell'accensione della valvola, ed è dovuta a minimi squilibri di corrente sempre esistenti nei circuiti elettrici (effetto di agitazione termica, potenziali di contatto, ecc.). La resistenza di catodo della valvola

Fig. 1 - Circuito elettrico dell'oscillatore modulato mod. TO-1. Sono riportati i valori della maggior parte dei componenti, nonchè le tensioni approssimative presenti nei punti più importanti del circuito.

Come si nota, viene impiegata una sola valvola (12AU7), ossia un doppio triodo. Una delle sezioni provvede alla produzione della frequenza acustica di modulazione (circa 400 Hz), mentre l'altra funziona come oscillatrice ad Alta Frequenza. Il circuito funziona su frequenze fisse determinate dal valore delle cinque induttanze commutabili.

Oltre alle frequenze previste, è possibile disporre di altre due frequenze mediante l'inserimento negli appositi zoccoli montati sul pannello frontale di due cristalli di quarzo. In tal caso, la frequenza di funzionamento è determinata dalle caratteristiche del cristallo impiegato. Ponendo il selettore di uscita sulla posizione « A. F. » (Audio Frequency = Frequenza acustica), è possibile disporre della sola frequenza di modulazione a 400 Hz per la prova degli stadi di amplificazione in Bassa Frequenza.

Fig. 2 - Schema separato del circuito « Colpitts » che provvede alla produzione del segnale ad Alta Frequenza.

oscillatrice (R_k) permette di utilizzare la corrente ad Alta Frequenza circolante nella valvola stessa. Da tale resistenza si diparte infatti il circuito per la regolazione del livello d'uscita del segnale.

La frequenza dell'oscillatore è commutabile su 5 valori prefissati commutando la bobina *L*.

Per l'impiego con cristallo esterno, i condensatori C_2 e C_3 e la induttanza *L* vengono esclusi dal circuito oscillatore e sostituiti direttamente dal cristallo. Il circuito diventa così un oscillatore « Pierce » (vedi lezione 67ª), nel quale tutti gli elementi reattivi necessari per stabilire una frequenza di oscillazione e per produrre le necessarie inversioni di fase tra placca e griglia, sono contenuti nel cristallo stesso (circuito equivalente).

Modulazione: la modulazione dell'oscillatore è ottenuta iniettando sulla griglia — mediante un circuito separato — una tensione audio a 400 Hz. In tale modo la polarizzazione della valvola oscillatrice viene variata contemporaneamente e dalla portante ad Alta Frequenza, e dal segnale audio. L'ampiezza è tale da determinare una profondità di modulazione del 30%. L'oscillatore risulta pertanto modulato in ampiezza attraverso il circuito di griglia.

Oscillatore audio: lo schema dell'oscillatore audio (vedi **figura 3**) è sostanzialmente identico a quello dell'oscillatore ad Alta Frequenza. Naturalmente, i valori delle reattanze impiegate sono adatti alla produzione di una frequenza acustica. L'induttanza — ad esempio

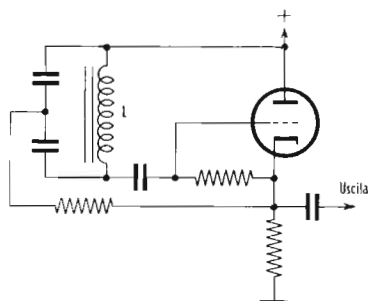



Fig. 3 - Anche per la produzione del segnale a Bassa Frequenza viene impiegato un circuito « Colpitts ». Come si nota, l'accoppiamento reattivo tra placca e griglia ha luogo attraverso l'induttanza avvolta su nucleo ferromagnetico. L'uscita viene prelevata ai capi della resistenza catodica, per cui è a bassa impedenza. Il segnale a 400 Hz così prodotto è anch'esso disponibile in uscita.

— è avvolta su nucleo di ferro per poter raggiungere il valore sufficiente. Anche i condensatori di sintonia sono di capacità alquanto elevata.

In questo circuito, come nell'oscillatore ad A.F., il segnale d'uscita è prelevato ai capi della resistenza di catodo ed è portato sul circuito di griglia dell'oscillatore per effettuarne la modulazione.

Alimentatore: il circuito usato è del tipo assolutamente convenzionale. L'alta tensione è ottenuta con un trasformatore e un rettificatore al selenio ad una semionda. Il filtraggio consiste in una cellula *RC* a due condensatori. Il basso consumo anodico dello strumento consente di sostituire l'impedenza convenzionale di filtro con una semplice resistenza. L'avvolgimento dei filamenti ha un capo a massa.

Il montaggio meccanico

Non abbiamo molti consigli da aggiungere a quanto già esposto per altre realizzazioni simili. Il montaggio meccanico inizierà dai componenti più pesanti e robusti, procedendo poi con gli accessori necessari alla stesura del cablaggio elettrico. Grazie al numero relativamente ridotto dei componenti, ciò non presenta alcuna difficoltà. Sul pannello si notano — nella parte superiore — i due zoccoli per i cristalli; in basso il connettore d'uscita e la lampada spia, nonchè tre fori per il fissaggio del commutatore di frequenza, del commutatore che seleziona il tipo di segnale, come pure del regolatore del livello d'uscita. Quest'ultimo è costituito da un potenziometro.

Il montaggio delle varie parti meccaniche e degli accessori del telaio su cui è eseguita la maggior parte del cablaggio può essere desunto dalle **figure 4** e **5,** ove sono pure visibili i primi collegamenti elettrici.

Il montaggio elettrico

Si inizierà — come di consueto — col cablaggio dell'alimentatore, quando il telaio non è ancora stato fissato al pannello frontale. I componenti interessanti questo circuito sono praticamente il trasformatore di alimentazione, il condensatore di filtro, e la basetta portaresistenze con alcuni componenti minori.

Si faccia attenzione, durante il montaggio, alla corretta polarità dei condensatori elettrolitici di filtro: il polo negativo, comune ad entrambi, è costituito dallo involucro esterno di alluminio, dotato di apposito terminale. I poli positivi sono presenti sul lato opposto della cartuccia, su un apposito dischetto in fibra isolante.

Terminato il cablaggio dell'alimentatore, si passa al circuito oscillatore a B.F., montato sulla parte inferiore del telaio. Gli elementi di questo circuito sono l'induttanza avvolta su nucleo di ferro, lo zoccolo della valvola, e due basette di ancoraggio. Durante le saldature eseguite sullo zoccolo e sulle basette, occorre evitare di abbondare nell'applicazione di stagno e di surriscaldare le parti. Ciò causa perdite di isolamento con conseguenti instabilità o irregolarità di funzionamento. In tal caso, la messa a punto — che in questo strumento è assai ridotta — diventa alquanto più laboriosa.

Una volta terminato il cablaggio di questi due circuiti, è necessario collegare meccanicamente il telaio al pannello per iniziare il montaggio dei circuiti dello oscillatore ad Alta Frequenza, nonchè dei comandi.

Le **figure** 6 e 7 illustrano alcuni particolari dei comandi relativi al tipo di segnale ed al controllo del livello d'uscita. Si notino, con maggiore dettaglio, le saldature da eseguirsi sul potenziometro e sul commutatore relativi a questi due comandi.

La **figura** 8 illustra la parte superiore del pannello, fissato al telaio. Come si nota, la valvola è rivolta verso il basso, onde consentire brevi collegamenti tra lo zoccolo ed il commutatore.

In fase di progetto, si è già provveduto a stabilire un alto grado di disaccoppiamento tra i circuiti oscillatori (che sono montati su parti opposte del telaio), e l'alimentatore. Quest'ultimo è raccolto in un angolo dello stesso. La disposizione dei diversi componenti è tale da consentire la minima lunghezza dei collegamenti.

Il cavo d'uscita del segnale è collegato allo strumento con attacchi di tipo microfonico. Occorre fare molta attenzione nel togliere l'isolamento del cavo nonchè nell'eseguire le relative saldature sul connettore, al fine di evitare contatti accidentali dovuti ad eventuali baffi di filo appartenenti alla calza schermante, tra questa e il conduttore interno. E' bene applicare una quantità minima di stagno affinchè eventuali residui di pasta salda non provochino dispersioni lasciando depositi nei connettori.

Il cordone per l'alimentazione dell'apparecchio dalla rete è fissato con un anello di gomma. Terminato in tal modo il montaggio dello strumento si può iniziare il collaudo e la messa a punto.

Collaudo e messa a punto

Se il montaggio ed il cablaggio sono stati eseguiti con attenzione e senza errori, lo strumento funzionerà immediatamente. Occorre qui ricordare che l'apparecchio è fatto per funzionare con tensione di 110 volt, per cui — nel caso che la tensione di rete sia diversa — occorrerà usare un autotrasformatore. Prima di mettere in funzione lo strumento, si controlli con cura che tutti i residui di filo e di stagno siano stati eliminati dall'interno del telaio. Misurare anche con l'ohmetro che non vi siano cortocircuiti o perdite di isolamento tra il cordone di alimentazione e il telaio stesso.

La resistenza misurata ai capi della spina di rete deve essere di circa 120-130 ohm con interruttore di accensione chiuso. Si misuri la resistenza di isolamento tra i piedini 1 e 5 della basetta di ancoraggio dell'alimentatore. L'ohmetro deve indicare una resistenza di almeno 100 kohm una volta che si siano caricati i condensatori elettrolitici di livellamento. Tale valore di resistenza non deve variare commutando il comando che sceglie il tipo di segnale (A.F., B.F o A.F. mod.). Controllare con una pinzetta a molla, senza esercitare eccessiva trazione, che le diverse saldature non siano « fredde » e che in esse inoltre non esistano segmenti di filo la cui piegatura accidentale possa provocare corto-circuiti tra componenti diversi dello strumento. E' bene porre molta attenzione ed ispezionare — almeno visualmente — nel caso non si disponga di un ohmetro, che non esistano contatti a bassa resistenza tra i piedini 1 e 6 dello zoccolo della valvola, tra i punti 1 e 4 della basetta a 4 posti, tra i contatti 7, 8 e 9 del commutatore di segnale nonchè tra i vari terminali della basetta di ancoraggio dell'alimentatore.

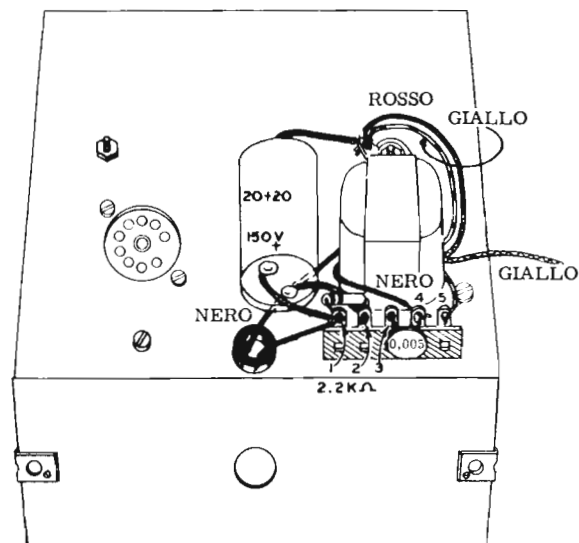



Fig. 4 - Disposizione dei componenti più ingombranti sul telaio. Si noti la posizione del trasformatore e l'orientamento dello zoccolo portavalvola. Il rettificatore viene collegato alla basetta, tra i contatti 2 (+) e 5 (—).

Tutti i punti citati si trovano ad un alto potenziale rispetto alla massa, per cui ogni eventuale perdita di isolamento verso massa danneggerebbe gravemente l'alimentatore deteriorando facilmente il rettificatore al selenio.

Comandi esterni: il commutatore della frequenza, (in centro) predispone 5 diverse frequenze oppure due posi-

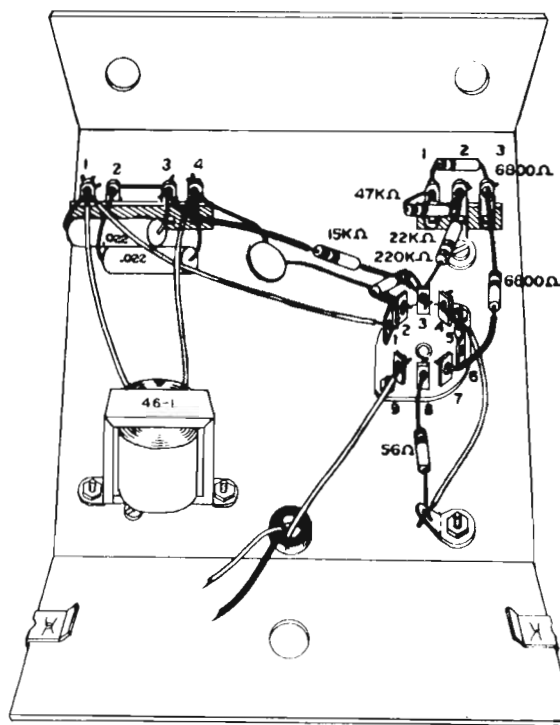



Fig. 5 - Aspetto della parte superiore del telaio interamente montata. Si notino i componenti fissati alle basette di ancoraggio.

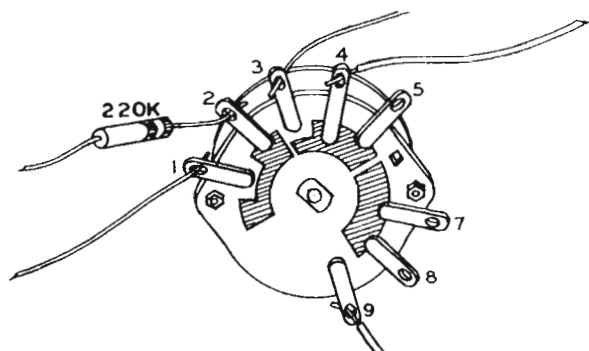



Fig. 6 - Collegamenti particolari al selettore di uscita. Si notino le posizioni reciproche dei contatti, nei confronti del rotore.

zioni di taratura con cristalli esterni. Il commutatore del segnale d'uscita, (a sinistra) predispone lo strumento per l'uscita di un segnale ad Alta Frequenza modulato, non modulato, o della sola Bassa Frequenza: tale comando provvede anche a commutare la tensione dei relativi stadi oscillatori. L'attenuatore, (a destra), consente di variare l'ampiezza del segnale. Al centro — in basso — è presente la lampada spia, e — immediatamente sotto — la presa per il collegamento del cavo. Come si nota osservando lo schema di figura 1, l'interruttore di accensione è abbinato al potenziometro dell'attenuatore. Non ci dilunghiamo sulla preparazione del cavo, in quanto il procedimento è analogo a quello descritto alla lezione precedente.

Se l'apparecchio funziona regolarmente, occorre provvedere ora alla messa a punto ed alla taratura delle frequenze. Non si tocchino i nuclei delle bobine dello oscillatore se non si ha modo di controllare la frequenza con un secondo strumento avente una precisione di almeno ± 0,1%. La posizione di questi nuclei è infatti pre-regolata dalla ditta costruttrice, e non dovrebbe

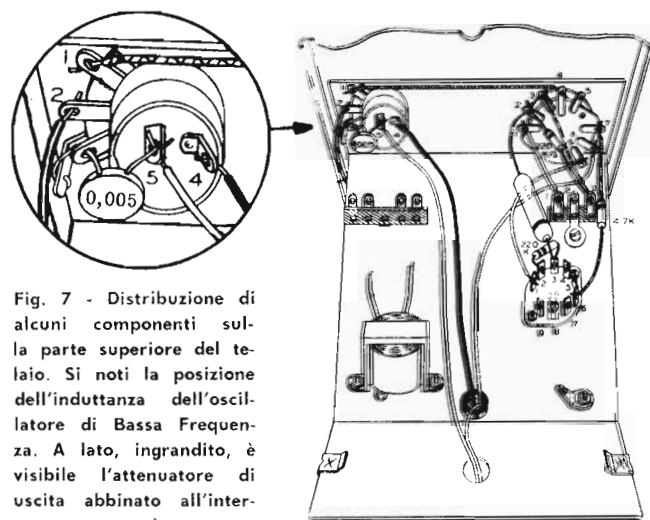



Fig. 7 - Distribuzione di alcuni componenti sulla parte superiore del telaio. Si noti la posizione dell'induttanza dell'oscillatore di Bassa Frequenza. A lato, ingrandito, è visibile l'attenuatore di uscita abbinato all'interruttore generale.

verificarsi la necessità di eseguire un riallineamento.

Accendere lo strumento, e portare il selettore del segnale nella posizione « MOD. R.F. » (Alta Frequenza modulata). La lampada spia deve accendersi e così i filamenti della valvola. Commutare lo strumento sulla posizione 262 kHz e sintonizzare un ricevitore radio che si sarà posto in vicinanza dello strumento, sulla frequenza di 786 kHz, (ossia sulla terza armonica del segnale generato dall'oscillatore). Ciò consentirà di udire dall'altoparlante del ricevitore, una nota musicale di circa 400 Hz. Portare quindi il selettore del segnale sulla posizione « A.F. » (=Audiofrequenza): in tal caso la nota deve cessare. Si dovrebbe notare, contemporaneamente, un aumento del rumore di fondo nel radioricevitore. A questo punto, portare il selettore del segnale sulla posizione « R.F. »: non si deve più udire alcuna nota acustica, ma il rumore di fondo del radioricevitore deve cessare. Variare la sintonia del ricevitore per accertarsi di ciò.

Si ripetano simili controlli per le altre frequenze, sintonizzando ogni volta il radioricevitore su un'armonica di una delle frequenze prodotte dallo strumento. Le frequenze di 600 e 1.400 Hz possono invece essere sintonizzate sulla fondamentale perchè rappresentano i limiti della gamma ad onde medie. Terminate queste prove, si può richiudere lo strumento nella sua custodia metallica.

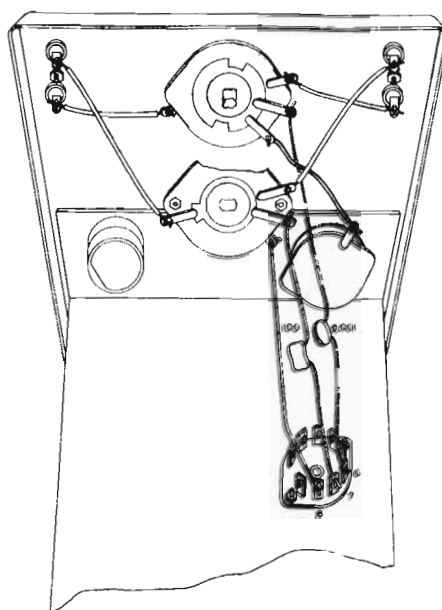



Fig. 8 - Collegamenti tra il commutatore di frequenza, fissato al pannello, ed i componenti installati sul telaio. Il commutatore è raffigurato — per comodità — con le due sezioni separate.

Questo oscillatore non ha pretese di impieghi quale campione di frequenze: i segnali da esso generati possono presentare uno scarto — sulla fondamentale — anche di 2 kHz. Ciò non rappresenta un problema nella taratura di radioricevitori per uso domestico. La frequenza può inoltre variare di qualche centinaio di Hz inserendo la modulazione. L'utilità dell'oscillatore «TO-I» può naturalmente essere aumentata con l'uso di cristalli esterni, la cui precisione è assai più elevata.

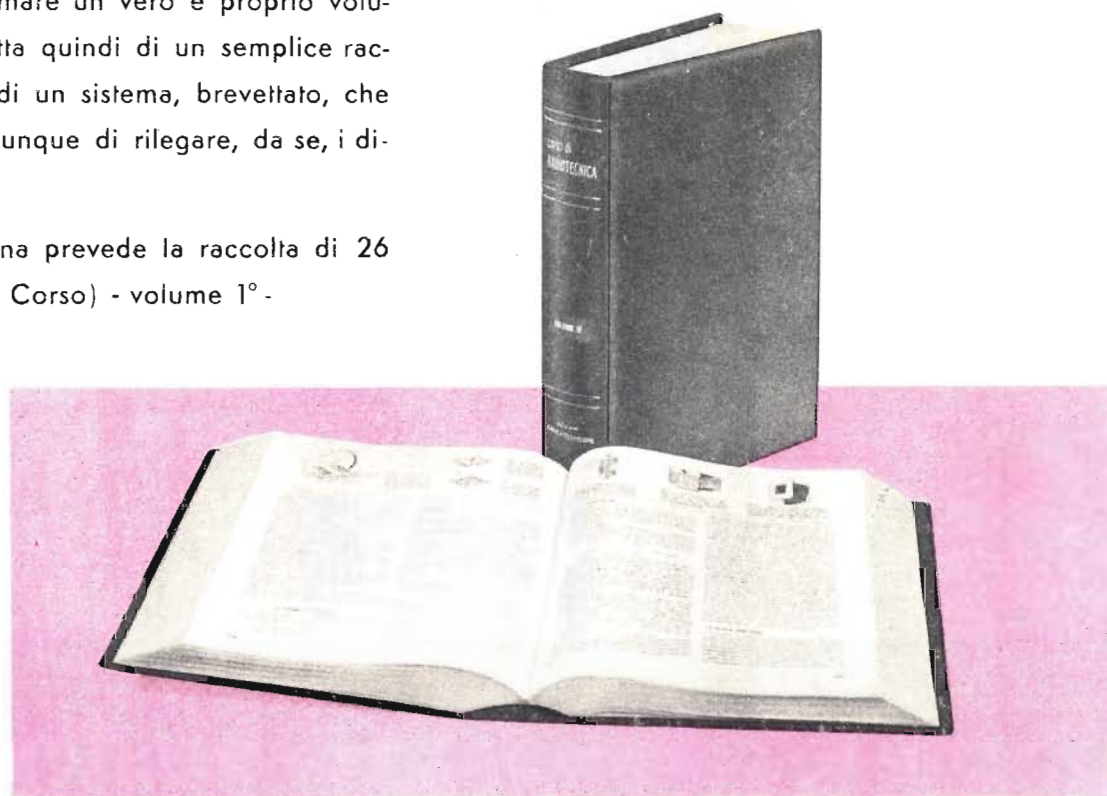
Nel caso che lo strumento non funzionasse, procedere anzitutto da un controllo attento di tutto il cablaggio. Quasi certamente si tratterà di un errore. In caso diverso, accertarsi che non esistano dei componenti difettosi, come ad esempio trasformatore interrotto, valvola difettosa, ecc. Accertarsi che non vi siano surriscaldamenti eccessivi. Misurare le tensioni riportate nello schema generale. I valori letti non debbono differire di oltre il 20% rispetto a quelli indicati. Queste indicazioni dovrebbero essere più che sufficienti per risalire al guasto.

per RILEGARE

le lezioni del "Corso di RADIOTECNICA„ potete ora disporre di una apposita, razionale copertina - imitazione pelle - con diciture in oro.

La copertina viene fornita con tutto il necessario atto a formare un vero e proprio volume: non si tratta quindi di un semplice raccoglitore, ma di un sistema, brevettato, che consente a chiunque di rilegare, da se, i diversi fascicoli.

Questa copertina prevede la raccolta di 26 fascicoli (metà Corso) - volume 1° -

POTETE
EVITARE
QUALSIASI
ALTRA SPESA
PER FORMARE
IL VOSTRO
VOLUME

L'INVIO VIENE EFFETTUATO A MEZZO POSTA E LE RICHIESTE — ACCOMPAGNATE DALL'IMPORTO DI LIRE 880 + 100 (RIMBORSO SPESE SPEDIZIONE) = **LIRE 980** - DEVONO ESSERE INDIRIZZATE DIRETTAMENTE AL **« CORSO DI RADIOTECNICA »** - **VIA DEI PELLEGRINI 8/4 - MILANO.**

L'IMPORTO DI LIRE 980 PUO' ESSERE VERSATO SUL CONTO CORRENTE POSTALE N. 3/41203, MILANO. — SI PREGA DI SCRIVERE IN MODO MOLTO CHIARO IL PROPRIO INDIRIZZO.

PER I SUCCESSIVI 26 FASCICOLI E' IN PREPARAZIONE LA COPERTINA CON LA DICITURA **« VOLUME II° »**. POTRA' ESSERE ACQUISTATA TRA QUALCHE TEMPO E, DATO IL PARTICOLARE SISTEMA, I FASCICOLI VI **POTRANNO ESSERE RILEGATI OGNI SETTIMANA.**

ALLA FINE DEL **« CORSO »** E' PREVISTA LA PUBBLICAZIONE DI UNA « ERRATA CORRIGE » E DI INDICI MOLTO UTILI E PRATICI PER LA RICERCA DEI VARI ARGOMENTI.

Anche se possedete già dei fascicoli del « Corso di RADIOTECNICA »
VI POTETE ABBONARE

Calcolando un importo di lire 120 (centoventi) per ogni fascicolo in vostro possesso, detraete l'ammontare dalla quota di abbonamento. **Inviando la differenza** precisate i singoli numeri dei fascicoli esclusi.
Se vi interessano invece fascicoli arretrati affrettatevi a richiederli prima che qualche numero risulti esaurito. Attualmente possiamo spedire i fascicoli finora pubblicati, **a lire 150 cadauno** in luogo di lire 300 (prezzo normale degli arretrati).

Versamenti sul conto corrente postale N. 3/41.203 - Milano.